www.radio.ru

9•2010

РАДИО

АУДИО • ВИДЕО • СВЯЗЬ • ЭЛЕКТРОНИКА • КОМПЬЮТЕРЫ



• НТТМ – смотр молодых талантов
• УКВ радиоприемник
• Осциллографическая приставка к компьютеру
• Предусилители-корректоры
...и еще 14 конструкций

9
2010

ISSN-0033-765X

Калейдоскоп НТТМ

(см. статью на с. 4)



Студенты МЭИ демонстрируют свои разработки.



Авторы "робоняни".



Директор ЦД(Ю)НТТ г. Армавира В. И. Симоньянц.

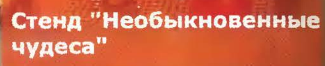


Самый юный посетитель НТТМ.

"Солнечный"велосипед.



Робот-исследователь и его создатели.



Стенд "Необыкновенные чудеса"



Александр Пушной и его команда.



Самодвижущийся утюг.



Аркадий Топорков (Детский центр "Покров").

УНИВЕРСАЛЬНЫЕ ЧАСТОТОМЕРЫ ОТ 

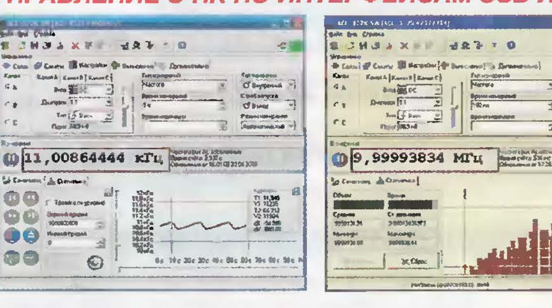
www.aktakom.ru



УНИВЕРСАЛЬНЫЕ ЧАСТОТОМЕРЫ АКТАКОМ

	АСН-8322 АСН-8321	АСН-8324 АСН-8322	АСН-8326 АСН-8325
Каналы	А, В, С (опция)		А, В, С
Диапазон входных частот (А, В)	0,1 Гц...200 МГц		
Диапазон входных частот (С)	200 МГц...8 ГГц (опция)		200 МГц...8 ГГц
Относительная погрешность частоты опорного кварцевого генератора	1*10-6	1*10-8	
Разрядность индикации	10		
Измерение длительностей импульсов	10 нс...10 с		
Интерфейс	USB/LAN (опция)		USB/LAN
Питание	+5,5 В/2 А (опция адаптер ~220 В)		адаптер ~220 В
Размеры, мм/масса, кг (не более)	260 × 210 × 70/0,95		

УПРАВЛЕНИЕ С ПК ПО ИНТЕРФЕЙСАМ USB И LAN



УНИВЕРСАЛЬНЫЕ ЧАСТОТОМЕРЫ АСН-8321/8322/8323/8324/8325/8326 АКТАКОМ

- Измерение частоты по входам А, В, С
- Измерение периода по входам А, В
- Индикация уровня сигнала по входам А, В, С
- Измерение длительности импульсов по входам А и В
- Измерение скважности импульсов по входам А и В
- Измерение скорости вращения
- Измерение интервала между импульсами по каналу А и каналу В
- Измерение длительности импульса, в том числе с накоплением статистики
- Одновременный вывод двух показаний измерения
- Удержание показаний
- Режим относительных измерений (отклонение текущей частоты от начальной)

УНИВЕРСАЛЬНЫЕ ЧАСТОТОМЕРЫ АСН-8322/8324/8326

ВЫСОКОКОНТРАСТНЫЙ ГРАФИЧЕСКИЙ OLED ДИСПЛЕЙ С ВЫСОКИМ РАЗРЕШЕНИЕМ



Меню измерений (8 видов измерений)



Представление в виде гистограммы



Статистическая обработка (7 параметров)



Математические функции (6 параметров)

8-РАЗРЯДНЫЙ ЧАСТОТОМЕР АСН-1310 АКТАКОМ

- Диапазон входных частот 0,1…1,3 ГГц
- Измерения частоты, периода, временного интервала
- Работа в режиме счетчика
- Интерфейс RS-232
- Диапазон входных частот: по входу А - 10 МГц…100 МГц, по входу В - 0,1 Гц…10 МГц, по входу С - 100 МГц…1300 МГц
- Чувствительность входов (rms) А, В - 25 мВ … 1 В; вход С - 15 мВ (100…800 МГц), 60 мВ (800…1300 МГц)
- Входное сопротивление / максимальное напряжение входов А, В - 1 МОм / 250 В; вход С - 50 Ом / 3 В

ПОРТАТИВНЫЕ ЧАСТОТОМЕРЫ АСН-2801/3001/3002 АКТАКОМ

Модель	АСН-2801	АСН-3001	АСН-3002
индикатор ЖКИ	7 разрядов	10 разрядов	10 разрядов
диапазон измеряемых частот	30 МГц...2,8 ГГц	1 МГц...3 ГГц	10 Гц...3 ГГц
разрешающая способность	1 кГц	1 кГц / 100 Гц / 10 Гц / 1 Гц / 0,1 Гц	1 кГц / 100 Гц / 10 Гц / 1 Гц / 0,1 Гц
время измерения, с	0,0625	0,0625 / 0,25 / 1/4	0,0625 / 0,25 / 1/4
чувствительность на частоте 100 МГц	5 мВ	0,8 мВ	0,8 мВ
входной импеданс	50 Ом	50 Ом	1 МОм / 50 Ом



ЭЛИКС, 115211, г. Москва, Каширское шоссе, д. 57, к. 5.
Тел./факс: (495) 781-49-69 (многоканальный);
Web: www.eliks.ru; E-mail: eliks@eliks.ru

БОЛЬШЕ ИНФОРМАЦИИ НА www.eliks.ru

В НОМЕРЕ:

ВЫСТАВКИ 4

О. Паршина. 10-я ЮБИЛЕЙНАЯ ВСЕРОССИЙСКАЯ ВЫСТАВКА "НТТМ-2010". 8-я ЕВРОПЕЙСКАЯ ВЫСТАВКА EXPO-SCIENCE EUROPE 2010 ("ESE 2010") 4

НАУКА И ТЕХНИКА 7

А. Голышко. DWDM: МНОГО СВЕТА В ОДНОМ "ОКОШКЕ" 7

ВИДЕОТЕХНИКА 10

Л. Горшков, А. Долженко, А. Павловский. РАЗРЕЗНАЯ РАМОЧНАЯ АНТЕННА . . . 10

ЗВУКОТЕХНИКА 13

А. Баширов, С. Баширов. ЦИФРОВОЕ УПРАВЛЕНИЕ АНАЛОГОВЫМИ ТЕМБРОБЛОКАМИ 13

А. Гурский. ПРЕДУСИЛИТЕЛИ-КОРРЕКТОРЫ НА ПОЛЕВЫХ ТРАНЗИСТОРАХ . . . 16

РАДИОПРИЕМ 20

Т. Носов. УКВ РАДИОПРИЕМНИК НА ОСНОВЕ ТЮНЕРА АВТОМАГНИТОЛЫ 20

ИЗМЕРЕНИЯ 23

Ю. Мартынюк. ОСЦИЛЛОГРАФИЧЕСКАЯ ПРИСТАВКА К КОМПЬЮТЕРУ 23

КОМПЬЮТЕРЫ 26

А. Бутов. КАК ОБЕСПЕЧИТЬ НАДЕЖНУЮ РАБОТУ ЖЕСТКИХ ДИСКОВ 26

МИКРОПРОЦЕССОРНАЯ ТЕХНИКА 28

С. Борисов. ОТЛАДОЧНАЯ ПЛАТА FastAVR 28

РАДИОЛЮБИТЕЛЮ-КОНСТРУКТОРУ 30

А. Пономарев. УНИВЕРСАЛЬНЫЙ БЛОК УПРАВЛЕНИЯ ТИРИСТОРАМИ 30

РАДИОЛЮБИТЕЛЬСКАЯ ТЕХНОЛОГИЯ 34

С. Гуреев. ЗАЩИТА ТЕЛЕФОНА ОТ СТАТИЧЕСКОГО ЭЛЕКТРИЧЕСТВА 34

С. Кирпачук, Л. Панкратов. ОХЛАЖДЕНИЕ ВИДЕОКАРТЫ 34

ПРИКЛАДНАЯ ЭЛЕКТРОНИКА 36

Н. Салимов. УСТРОЙСТВО ТОКОВОЙ ЗАЩИТЫ С МАГНИТОУПРАВЛЯЕМОЙ МИКРОСХЕМОЙ 36

А. Зызюк. ЗАЩИТА МОДЕМА И ТЕЛЕФОНА 38

В. Коновалов. ЭЛЕКТРОСТАТИЧЕСКИЙ ФИЛЬТР В ПЫЛЕСОСЕ 39

М. Ничков. ЕЩЕ РАЗ О РЕМОНТЕ ТЕЛЕФОНА-ТРУБКИ 40

А. Филипович. УСТРОЙСТВО ЗАЩИТЫ ОТ ОПАСНОГО НАПРЯЖЕНИЯ В ТРЕХФАЗНОЙ СЕТИ 41

ЭЛЕКТРОНИКА ЗА РУЛЕМ 43

С. Кашутин. АВТОМАТИЧЕСКОЕ УПРАВЛЕНИЕ ОТОПИТЕЛЕМ 43

"РАДИО" — НАЧИНАЮЩИМ 47

И. Цаплин. ПРОСТОЙ СИГНАЛИЗАТОР УРОВНЯ ВОДЫ 47

Д. Мамичев. ХОДИКИ — ИЗ КВАРЦЕВЫХ ЧАСОВ 48

А. Лечкин. РОБОТ "МУРАВЕЙ" 49

И. Нечаев. ОГРАНИЧИТЕЛЬ ПРОДОЛЖИТЕЛЬНОСТИ ЗАРЯДКИ АККУМУЛЯТОРНЫХ БАТАРЕЙ 51

А. Ознобихин. ИЗ ДЕСЯТИЧНОЙ СИСТЕМЫ — В ДВОИЧНУЮ. ПРОСТОЙ ТРЕНАЖЕР 53

"РАДИО" — О СВЯЗИ 55

Б. Степанов. РОССИЯ ПОБЕДИЛА! 55

А. Темерев. СИНТЕЗАТОР ЧАСТОТЫ НА МИКРОСХЕМЕ AD9835 57

В. Рубцов. МИКРОРАДИОСТАНЦИЯ УКВ ДЛЯ НАСТРОЙКИ АНТЕНН 59

ПРОСТАЯ МНОГОДИАПАЗОННАЯ... 61

НАША КОНСУЛЬТАЦИЯ (с. 46). ОБМЕН ОПЫТОМ (с. 19, 40).
ДОСКА ОБЪЯВЛЕНИЙ (с. 1, 3, 12, 15, 20, 25, 27, 35, 62—64).

На нашей обложке. Юбилейная выставка НТТМ (см. статью на с. 4).

ЧИТАЙТЕ В СЛЕДУЮЩЕМ НОМЕРЕ:

АКУСТИЧЕСКИЙ ПРАКТИКУМ
ЧАСЫ—ТЕРМОМЕТР—БАРОМЕТР
ЗАРЯДНО-РАЗРЯДНОЕ ДЛЯ АККУМУЛЯТОРОВ
ПОЗЫВНЫЕ РАДИОЛЮБИТЕЛЬСКИХ СТАНЦИЙ

Тираж журнала «Радио» № 8 сдан для рассылки подписчикам 04.08.2010 г.









Roland

ФРЕЗЕРНО-ГРАВИРОВАЛЬНЫЕ МАШИНЫ ДЛЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ПЕЧАТНЫХ ПЛАТ





EGX-600/400

Размер рабочего стола EGX-600:
610 мм (X) x 407 мм (Y) x 42 мм (Z)
Размер рабочего стола EGX-400:
407 мм (X) x 305 мм (Y) x 42 мм (Z)

EGX-350

Размер рабочего стола EGX-350:
305 мм (X) x 230 мм (Y) x 40 мм (Z)

Высокоскоростные, высокоточные и доступные по цене фрезерно-гравировальные машины для изготовления печатных плат. Возможно как фрезерование разводки, так и сверление отверстий для установки микросхем и прочих деталей.

ОФИЦИАЛЬНЫЙ ДИСТРИБЬЮТОР
www.Roland.ru



Тел. (495) 981-49-65

Imagine. Roland®



9•2010
МАССОВЫЙ ЕЖЕМЕСЯЧНЫЙ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ

"Radio" is monthly publication on audio, video, computers, home electronics and telecommunication

УЧРЕДИТЕЛЬ И ИЗДАТЕЛЬ: РЕДАКЦИЯ ЖУРНАЛА «РАДИО»

Зарегистрирован Комитетом РФ по печати 21 марта 1995 г.
Регистрационный № 01331

Главный редактор В. К. ЧУДНОВ

Редакционная коллегия:
А. В. ГОЛЫШКО, А. С. ЖУРАВЛЕВ, Б. С. ИВАНОВ, Е. А. КАРНАУХОВ (ОТВ. СЕКРЕТАРЬ), С. Н. КОМАРОВ, А. Н. КОРОТОНОШКО, В. Г. МАКОВЕЕВ, Л. В. МИХАЛЕВСКИЙ, С. Л. МИШЕНКОВ, Б. Г. СТЕПАНОВ (ПЕРВЫЙ ЗАМ. ГЛ. РЕДАКТОРА), Р. Р. ТОМАС, В. В. ФРОЛОВ

Выпускающий редактор: А. С. ДОЛГИЙ
Обложка: В. М. МУСИЯКА
Верстка: Е. А. ГЕРАСИМОВА
Корректор: Т. А. ВАСИЛЬЕВА

Адрес редакции: 107045, Москва, Селиверстов пер., 10
Тел.: (495) 607-31-18. Факс: (495) 608-77-13
E-mail: **ref@radio.ru**

Группа работы с письмами — (495) 607-08-48
Отдел рекламы — (495) 608-99-45, e-mail: **advert@radio.ru**
Распространение — (495) 608-81-79; e-mail: **sale@radio.ru**
Подписка и продажа — (495) 607-77-28
Бухгалтерия — (495) 607-87-39

Наши платежные реквизиты:
получатель — ЗАО "Журнал "Радио", ИНН 7708023424,
р/сч. 40702810438090103159
Банк получателя — Сбербанк России ОАО г. Москва
корр. счет 30101810400000000225 БИК 044525225

Подписано к печати 19.08.2010 г. Формат 60×84 1/8. Печать офсетная.
Объем 8 физ. печ. л., 4 бум. л., 10,5 уч.-изд. л.
В розницу — цена договорная
Подписной индекс:
по каталогу «Роспечати» — 70772;
по каталогу Управления федеральной почтовой связи — 89032;
по каталогу Российской прессы ПОЧТА РОССИИ — 61972.

За содержание рекламного объявления ответственность несет рекламодатель.

За оригинальность и содержание статьи ответственность несет автор.

Редакция не несет ответственности за возможные негативные последствия использования опубликованных материалов, но принимает меры по исключению ошибок и опечаток.

В случае приема рукописи к публикации редакция ставит об этом в известность автора. При этом редакция получает исключительное право на распространение принятого произведения, включая его публикации в журнале «Радио», на интернет-страницах журнала, CD или иным образом.

Авторское вознаграждение (гонорар) выплачивается в течение одного месяца после первой публикации в размере, определяемом внутренним справочником тарифов.

По истечении одного года с момента первой публикации автор имеет право опубликовать авторский вариант своего произведения в другом месте без предварительного письменного согласия редакции.

В переписку редакция не вступает. Рукописи не рецензируются и не возвращаются.

© Радио®, 1924—2010. Воспроизведение материалов журнала «Радио», их коммерческое использование в любом виде, полностью или частично, допускается только с письменного разрешения редакции.

Отпечатано в ЗАО «ПОЛИГРАФИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС «ЭКСТРА М», 143400, Московская обл., Красногорский р-н, а/м «Балтия», 23 км.
Зак. 10-08-00-260.



Компьютерная сеть редакции журнала «Радио» находится под защитой антивирусной программы Dr.WEB И. Данилова.

Техническая поддержка ООО «СалД» (Санкт-Петербургская антивирусная лаборатория И. Данилова).

http://www.drweb.ru **Тел.: (812) 294-6408**



Тел.: 956-00-00
Интернет: www.comstar-uts.ru

10-я Юбилейная Вс...
8-я Европейская выста...

О. ПАРШИНА, г. Москва

В этом году с 29 июня по 2 июля в павильоне № 75 Всероссийского выставочного центра совместно прошли две молодежные выставки: 10-я Всероссийская выставка научно-технического творчества молодежи "НТТМ-2010" и 8-я Европейская выставка Expo-Science Europe 2010 ("ESE 2010"). Организаторами выставок выступили Министерство спорта, туризма и молодежной политики Российской Федерации, Федеральное агентство по делам молодежи, Правительство Москвы, ОАО "ГАО ВВЦ", Совет ректоров вузов Москвы и Московской области, Московский городской Дворец детского (юношеского) творчества (МГДД(Ю)Т), Общероссийское общественное движение творческих педагогов "Исследователь" (ООДИ), Департамент образования г. Москвы, Международная организация МИЛСЕТ (MILSET) при поддержке Министерства образования и науки РФ, Торгово-промышленной палаты РФ.

Выставки "НТТМ" и "ESE" — это специализированные мероприятия для талантливой молодежи, занимающейся научно-техническим творчеством. На несколько дней они собирают вместе увлеченных наукой и техникой юношей и девушек из разных стран мира. Цель выставок — повышение интереса молодежи к научно-техническому творчеству, привлечение внимания общественности, госструктур, коммерческих организаций к работам молодых ученых. А для многих участие в выставке играет решающую роль в научной карьере и становится важной "путевкой в жизнь".

На площади около 14000 м^2 более 1500 представителей талантливой молодежи в возрасте от 6 до 30 лет из 61-го региона России и 30 стран мира продемонстрировали свыше 900 научно-технических проектов и разработок, направленных на совершенствование различных сфер жизни общества.

В торжественной церемонии открытия 29 июня приняли участие министр спорта, туризма и молодежной политики РФ Виталий Мутко, его заместитель Олег Рожнов, губернатор Ульяновской области Сергей Морозов, первый заместитель мэра Москвы в Правительстве Москвы Людмила Швецова, руководитель департамента семейной и молодежной политики Москвы Людмила Гусева, генеральный директор ОАО "ГАО ВВЦ" Иван Малахов, президент MILSET Роберто Идальго и другие почетные гости.

В выставке приняли участие ведущие российские компании "Союз машиностроителей России", "Оборонпром", "Российские железные дороги", "УК Группа ГАЗ", ОАО "РусГидро", ОАО "Туполев", "Объединенная судостроительная компания", ОАО "Ситроникс", промышленные предприятия Ульяновской области, ГК "Росатом", которые провели свой тематический конкурсный отбор представленных проектов. Так, "Объединенная судостроительная компания" отобрала семь проектов и предложила авторам отраслевую стажировку на любом судостроительном предприятии, входящем в состав холдинга, пятнадцать лучших проектов отобраны для демонстрации на Всемирной выставке "ЭКСПО-2010" в Шанхае. В рамках деловой программы "Наука и технология" прошли мастер-классы от ведущих конструкторов и специалистов крупнейших производственных корпораций.

Экспозицию выставки открыли интерактивные разделы, тематика которых направлена на приобщение детей к научной деятельности, формирование их мировоззрения и развитие навыков исследователя и экспериментатора:

- **Деревня "Маленькие и Находчивые"** (девиз раздела — *"Удивляйся, исследуй, совершай открытия"*) представила первые шаги исследовательской деятельности младших школьников и учащихся учреждений дополнительного образования.
- **"Парк научных открытий"** (девиз экспозиции — *"Посмотри, потрогай, исследуй, сделай открытие"*) собрал под "своим крылом" учащихся школ, лицеев, гимназий и колледжей, воспитанников центров и домов научно-технического творчества.

ероссийская выставка "НТТМ-2010". вка Expo-Science Europe 2010 ("ESE 2010")

Значительная часть экспозиции выставки была посвящена робототехнике.

Зеленоградская межшкольная лаборатория Робототехники на базе лицея физико-математического профиля № 1557 представила проекты, разработанные с использованием среды программирования LabVIEW: интерактивный лазерный тир, пневматический робот-сортировщик, система с распределенным интеллектом, действующая модель томографа. Студенты 5-го курса Политехнического колледжа № 39 г. Москвы *Андрей Утешев и Владимир Горин* (см. **фото на 2-й с. обложки**) под руководством В. Ф. Овсянникова создали робот-исследователь для сбора информации об окружающей среде с помощью веб-камеры. Роботом управляет оператор ПК дистанционно с помощью Wi-Fi доступа.

Робототехникой Уфимский государственный колледж радиоэлектроники занимался еще в советское время — это были промышленные роботы. С 2006 г. ведутся разработки по созданию собственных моделей и модернизации уже существующих андроидных роботов, наделению их техническими органами чувств и речи. Собрано 20 мини-роботов, "ростом" до 35 см. Для демонстрации возможностей мини-андроидов проводятся показательные выступления — бои и танцы. Также в стенах колледжа разрабатывают экзоскелет, робокар и различные самоходные машины.

Студенты факультета дизайна и технологии Московского городского педагогического университета *Александр Гордеев, Алексей Кащеев, Виктор Юренков* и старший преподаватель *Екатерина Фролова* (руководитель — профессор В. Е. Павловский) продемонстрировали посетителям "робоняню" (см. **фото на 2-й с. обложки**), которая может стать активным помощником педагогов и воспитателей, учителей начальных классов (предполагается, что присутствие робота на занятиях повысит познавательную активность учащихся), а также музейных работников и сотрудников библиотек при проведении учебно-воспитательных и досуговых мероприятий.

Медалью выставки "За успехи в научно-техническом творчестве" был награжден ряд участников, среди них: *Вадим Рываев*, воспитанник Станции юных техников Дзержинского района г. Оренбурга за работу "Робот-пингвин", двенадцатилетний *Николай Балакин* (**фото 1**) из Центра детского творчества г. Абакана Республики Хакасия (руководитель — А. И. Балакин) за проект энергонезависимого дома.

Активное участие в работе выставки принимали учащиеся старших классов. *Алексей Кожевин* из лицея № 1537 г. Москвы под руководством М. М. Минченко разработал программный комплекс удаленного управления компьютером с использованием мобильных устройств. С помощью этого комплекса пользователь получает возможность дистанционно управлять компьютером в режиме реального времени из любой точки планеты, имея лишь мобильное устройство (например, сотовый телефон) с поддержкой Java, подключенное к глобальной сети.

Фото 1

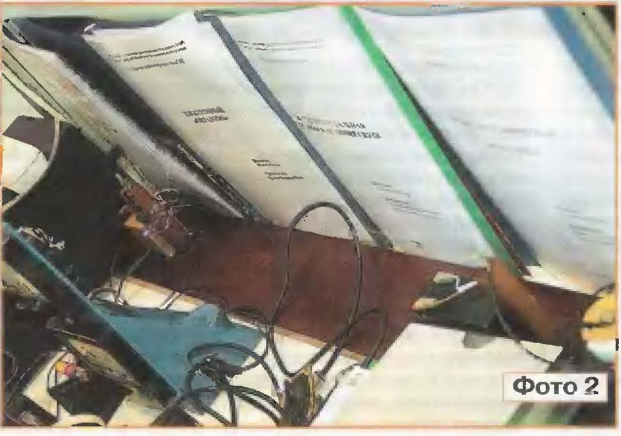


Фото 2

Студент колледжа связи № 54 г. Москвы *Георгий Павлов* (руководитель — Ю. В. Медведь) показал работу стенда "Необыкновенные чудеса" по охране музейных ценностей (см. **фото на 2-й с. обложки**).

Воспитанники лаборатории радиоэлектроники ЦД(Ю)НТТ г. Армавира Краснодарского края (бессменный директор центра на протяжении 35 лет В. И. Симоньянц) продемонстрировали свои разработки (**фото 2**): *Дмитрий Заворотный* — макет экспериментальной однопроводной установки, предназначенной для демонстрации опытов по передаче электрической энергии по одному проводу; *Николай Скибицкий* — модель экспериментальной оптической линии связи для проведения опытов по организации информационных потоков в оптически прозрачной (воздушной) среде или с помощью оптоволоконных световодов; *Степан Шишкин* — электронный "охранник" для защиты объектов авиации и сельхозугодий от пернатых, который представляет собой звуковой генератор, способный воспроизвести крик хищной птицы; *Андрей Семилетов* (он награжден медалью выставки "За успехи в научно-техническом творчестве") — осциллографическую приставку, предназначенную для использования в качестве запоминающего устройства к любому аналоговому осциллографу при исследовании низкочастотных сигналов и одиночных импульсов.

Наибольшее оживление наблюдалось вокруг "солнечного" трехколесного велосипеда "e-car", больше напоминающего мини-автомобиль (см. **фото на 2-й с. обложки**), который создали учащиеся школы Joseph Anglade (Франция) для участия в европейском ралли транспортных средств на солнечных батареях. В течение пяти дней школьники преодолели на велосипеде путь от Барселоны до Тулузы протяженностью 450 км. Ребята установили на свой трехколесник солнечную батарею площадью в половину квадратного метра с очень высоким КПД — она способна преобразовать до 20 % солнечной энергии в электрическую, максимальная мощность батареи — 90 Вт. Электрическая энергия, которую вырабатывает солнечная панель, используется для зарядки аккумуляторных батарей напряжением 48 В, установленных на "солнечном" велосипеде. В движение транспортное средство приводит либо "двигатель" в одну человеческую силу — с помощью педалей, либо киловаттный трехфазный электродвигатель, питаемый через преобразователь от аккумуляторных батарей. Максимальная скорость — 52 км/ч, максимальный запас хода в пасмурную погоду по ровной поверхности — 4 ч.



Читатели, приславшие в редакцию любые пять из шести купонов за полугодие, смогут претендовать на один из призов.


Фото 3

Фото 4

Студенты Независимого университета из мексиканского г. Пуэбла Е. Салинас и Д. Торрес (Факультет информационных технологий) в соавторстве с Е. Сото (Институт физиологии) разработали аппаратно-программный комплекс для диагностики состояния вестибулярного аппарата человека. Травмы вестибулярного аппарата обычно сопровождаются утратой способности к балансированию. Для оценки состояния проводятся измерения амплитуды и частоты раскачивания человека, стоящего на специальной платформе, с помощью четырех датчиков, определяющих изменение распределения веса. Информация передается по Bluetooth на компьютер, установленная на нем программа анализирует и визуально отображает позу человека. Предварительные результаты показали, что этот комплекс позволяет точно измерять способность человека сохранять вертикальное положение и может быть прекрасной альтернативой дорогим системам, представленным сегодня на рынке.

Проблему направляющих устройств для слепых людей, число которых в мире достигает 45 млн человек, пытаются решить студенты из Италии. Они представили электронный прибор, прикрепляемый на пояс слабовидящего человека. Это устройство определяет препятствия, возникающие на пути, и предупредительными сигналами сообщает о них пользователю. В узле управления применен микроконтроллер, который обрабатывает информацию, поступающую от датчиков, формирует два вида вибросигнала в зависимости от препятствия и передает звук в головные телефоны.

Как с помощью электромагнитных волн передавать информацию и энергию, изучают экспоненты из разных уголков мира: четверо студентов из Университета города Ренна (Франция), собрав передатчик и цифровой приемник, сумели передать текст и ряд изображений с одного компьютера на другой с помощью двух проволочных антенн, *Юрий Гргурич* из г. Любляны (Словения) продемонстрировал экспериментальную установку по исследованию беспроводной передачи энергии.

Учащиеся 11-го класса средней школы № 10 г. Красноярска *Илья Журавлев, Анастасия* и *Никита Попелышевы* (под руководством Т. В. Погребной при соавторстве научного коллектива ТРИЗ СФУ) создали лыжи — мини-электростанцию (**фото 3**). В основании лыжи находится небольшое колесо с лопастями, похожее на колесо водяных мельниц или гребное колесо пароходов. При движении на таких лыжах лопасти колеса, выступающие за плоскость скольжения, цепляются за снег и начинают его вращать. Через редуктор колесо приводит в движение ротор генератора, вырабатывающего электрический ток. Этот ток используется для зарядки аккумуляторной батареи, от которой потом можно запитать различные потребители (навигатор, сотовый телефон и т. д.).

Студенты Московского авиационного института (Государственный технический университет) ознакомили посетителей с достижениями вуза в области науки и техники: проект бойцового робота "ДРАК", микродирижабль для полетов на открытом воздухе и в помещениях с целью воздушной фотосъемки и видеонаблюдения. Дирижабль способен осуществлять полет со скоростью 60 км/ч на расстояние десятков километров, в том числе в черте города при ветре до 10...12 м/с (**фото 4**).

Несколько экспозиций были посвящены актуальной проблеме энергосбережения. На стенде Московской государственной академии коммунального хозяйства и строительства (кафедра электроники и электрооборудования) приведен расчет экономической эффективности различных светильников и показаны преимущества светодиодных ламп. Студенты Московского энергетического института *Д. Рожков, И. Ошурков, А. Смирнов* и аспирант *С. Образцов* представили серию "интеллектуальных" источников питания и систему беспроводного управления для уличных светильников нового поколения (см. **фото на 2-й с. обложки**).

Инвестиционный проект первого российского приемника интернет-радиостанций разработан в Муромском институте Владимирского государственного университета. Применение итернет-радио со временем позволит отказаться от проводного и классического "беспроводного" радио, обеспечит доступ к тысячам станций со всего мира через всемирную сеть Интернет и четкое, без помех, цифровое качество сигнала. Поддержка системы оповещения позволит оперативно извещать население о чрезвычайных ситуациях.

В веселое и познавательное путешествие в мир науки и техники пригласил гостей выставки коллектив создателей телевизионной программы "Галилео", выходящей в эфир на телеканале СТС (см. **фото на 2-й с. обложки**). Александр Пушной и его команда в увлекательной форме, без обильного использования научных терминов, доступными для большинства зрителей словами и на понятных примерах рассказали и продемонстрировали опыты, в которых принимали участие юные изобретатели и посетители экспозиций. Были показаны "картофельная пушка", прибор для демонстрации эффекта, который создатели назвали именем Волочковой, и другие интересные эксперименты.

Традиционно, в рамках выставки, состоялся ежегодный Всероссийский конкурс НТТМ, на который были представлены 770 проектов. По итогам конкурсных программ победителям вручили 48 грантов, 100 медалей "НТТМ-2010", 25 медалей "Лауреат ВВЦ".

Юбилейная выставка завершила свою работу. Тот вклад, который вносит выставка НТТМ в формирование, развитие и поддержку нового поколения будущих инженеров, ученых и изобретателей, поможет нашей стране сделать шаг вперед, подняться на новую ступень в экономическом развитии. ■

DWDM: много света в одном "окошке"

А. ГОЛЫШКО, канд. техн. наук, г. Москва

"Если сделать правильно с первого раза, мало кто поймет, как это было сложно".

(автор неизвестен)

Оптическая связь — истоки

DWDM (Dense Wave Division Multiplexing) — это современная технология передачи и уплотнения в одном оптоволокне (а точнее, оптическом световоде) нескольких оптических сигналов с различными длинами волн, которая применяется, прежде всего, на магистральных линиях связи. Интересно, что основные принципы ее работы были разработаны еще 60 лет назад, фактически до появления волоконно-оптических кабелей. А если быть точнее, то по возрасту оптические технологии мало чем уступают телефону, поскольку первая попытка передавать телефонный разговор с помощью света была реализована Александром Беллом еще в 1880 г. Благодаря гибко закрепленному зеркалу его **фотофон** преобразовывал звуковую волну в модулированный солнечный луч, который передавался получателю непосредственно по открытому пространству. Разумеется, действие фотофона было подвержено помехам, а поэтому он обладал небольшой дальностью — в пределах прямой видимости. Однако провести свет по защищенному от внешних световых помех каналу, созданному с помощью оптоволокна, удалось весьма нескоро.

Собственно, оптоволокно — это помещенная в защитную оболочку тонкая и весьма гибкая стеклянная нить, которая проводит свет за счет явления полного внутреннего отражения. То есть идущий вдоль волокна световой луч при подходе к границе раздела "стекло—воздух" не может выйти наружу, отражаясь обратно в оптоволокно. Еще в начале XX века были совершены попытки использовать этот эффект на благо связи, но на практике стекло оказалось не таким уж и прозрачным материалом. Даже в самых чистых стеклах, которые изготавливались в первой половине XX века, коэффициент затухания составлял порядка 1000 дБ/км (т. е. буквально каких-то 10 м — и все). Зато в медицине (например, при гастроскопии) и этого было достаточно, что позволило как-то использовать оптоволокно, но для какой-либо пригодности с точки зрения телекоммуникаций его коэффициент затухания нужно было уменьшить хотя бы на два порядка. И это надолго стало своеобразным технологическим тупиком. Поэтому следует понимать, что материал современного оптического волновода — это уникальная разработка.

Тема проводника оптических колебаний с новой силой "вспыхнула" лишь в 60-х годах прошлого века с появлением лазеров и активной борьбой с примесями в оптоволокне, что позволило добиться серьезных успехов в борьбе с затуханием. Вначале "традиционные" технологии телекоммуникаций позволяли по одному оптическому волокну передать только один сигнал, но прошло почти 20 лет, прежде чем были созданы первые компоненты более эффективных систем передачи информации, которые передавали сразу несколько сигналов с разной длиной волны. Первоначально они создавались для лабораторных исследований, и лишь в 1980 г. технология спектрального уплотнения WDM (Wavelength Division Multiplexing) была предложена к услугам связистов. А еще через пять лет в исследовательском центре компании AT&T Bell Lab's была реализована "более плотная" технология DWDM, когда удалось в одном оптическом волокне создать 10 каналов по 2 Гбит/с. В этот момент магистральные линии связи на базе медных проводников стали неактуальными для дальнейшего развития отрасли связи, оставив себе нишу сетей доступа, приходящих непосредственно к абоненту.

При использовании в сети доступа как у оптоволокна, так и у меди существуют свои достоинства и недостатки. Оптоволокно обеспечивает высокую пропускную способность, прекрасную гибкость и масштабируемость на обозримое будущее. Однако оптоволокно требует значительных финансовых вложений и немалого времени на развертывание — как и 100 лет назад в случае с телефонными линиями вся инфраструктура должна быть развернута практически "с нуля". К тому же такие технологически несложные в "медной среде" операции, как сращивание кабелей (что когда-то делал монтер, вооруженный пассатижами), в случае с оптоволокном потребовали серьезного повышения квалификации персонала и технологической оснастки, поскольку после всех манипуляций световод не должен ухудшить своих свойств. В течение довольно длительного времени создание оптоволоконных линий было относительно дорогим мероприятием, но неимоверно возрастающие в конце XX века объемы производства приводят к его значительному удешевлению. В результате сегодня оптоволокно может быть использовано там, где ранее его присутствие было принципиально экономически нецелесообразным, а также в тех областях человеческой деятельности, где никто раньше о возможностях оптоволоконных технологий даже не задумывался. Кстати, Нобелевская премия по физике за 2009 г. была присуждена китайцу Чарльзу Као и американцам Уилларду Бойлу и Джорджу Смиту за исследования в области информационных технологий. В 60-е годы XX века именно Као стоял у истоков оптоволоконной технологии передачи данных.

Помимо телекоммуникаций, оптоволокно может быть использовано для освещения помещений (как естественным светом, так и передавая световой поток из специально оборудованных комнат), может заменить всю медную проводку в автомобилях, стать частью модных или функциональных тканей с высокой степенью отражения (модельеры уже работают), превратиться в надежный инструмент лазерной сварки в промышленности, помочь ученым и врачам. Но обо всем вкратце и по порядку.

Среда передачи

Оптический световод состоит из сердечника и защитного внешнего слоя (оболочки). Оболочка служит в качестве отражающего слоя, с помощью которого световой сигнал удерживается внутри сердечника. Оптический кабель может состоять только из одного оптического световода, но на практике он содержит множество оптических волокон. Волокна уложены в мягкий защитный материал (буфер), а он, в свою очередь, защищен жестким покрытием. Как и во всей отрасли телекоммуникаций, ключевой проблемой техники оптической связи были потери из-за поглощения и рассеяния света, создаваемого лучом передающего лазера. Атомы любого материального объекта, в том числе и световода, избирательно реагируют на длину волны излучения. Это зависит и от структуры вещества, и от открытого Максом Планком соотношения между энергией и частотой (в одном из современных изложений оно звучит так: осцилляторы могут находиться только в некоторых избранных состояниях, в которых их энергия является целым кратным наименьшего количества энергии). Поэтому даже самый "прозрачный" и очищенный от примесей исходный материал световода является более-менее прозрачным и не имеет значительных потерь только в определенном интервале частот. На других длинах волн возникает явление резонанса, при этом световая энергия рассеивается (т. е. поглощается и превращается в тепловую энергию). Кроме затухания в передаче сигналов через оптоволокно существуют и другие проблемы, например, дисперсия света в стекле, из-за которой профиль светового импульса искажается до неузнаваемости. Собственно, посмотрите в торец оконного стекла и сами все поймете.

В 1960-е годы Чарльз Као, молодой инженер китайского происхождения, только что защитивший диссертацию в Лондонском университете, решил разобраться, почему все же не удается добиться требуемой прозрачности стекла. Вместе с молодым теоретиком Г. А. Хокэмом он внимательно изучил разнообразные оптические процессы в стекле и пришел к выводу, что главный вклад в затухание света вносят именно примеси. Као предсказал, что если бы удалось эти примеси устранить, то

тел. 608-83-05 Прием статей: mail@radio.ru Вопросы: consult@radio.ru РАДИО № 9, 2010

тел. 608-83-05 Прием статей: mail@radio.ru Вопросы: consult@radio.ru РАДИО № 9, 2010

можно было бы добиться коэффициента затухания в несколько дБ/км. Изготовление высокочистого кварцевого стекла оказалось непростой задачей из-за его очень высокой температуры плавления. В 1970 г. выход был найден группой исследователей из компании Corning Glass Works Робертом Маурером, Дональдом Кеком и Питером Шульцем, которые научились выращивать кварцевые волокна с помощью технологии химического осаждения из газовой фазы. Именно тогда они добились уровня затухания 16 дБ/км, а через два года — уже 4 дБ/км. В 1977 г. AT&T установила первый оптоволоконный канал в Чикаго. Потом первые коммерческие оптоволоконные каналы появились в Великобритании и Японии, а затем в 1988 г. был проложен первый трансатлантический оптоволоконный кабель. Технология на этом не остановила свое развитие, и сейчас коэффициент поглощения в образцах с рекордной прозрачностью составляет менее 0,2 дБ/км, что превосходит оценки, которые когда-то получил Као в своих теоретических работах.

На практике кварцевое оптическое волокно с низким показателем потерь имеет три так называемых "окна прозрачности" на длинах волн 0,8, 1,3 и 1,55 мкм (при самом низком значении потерь менее 0,25 дБ/км в области 1,55 мкм). Оказалось, что потери на рассеяние меньше всего не в оптической, а в инфракрасной области спектра. С уменьшением длины волны коэффициент затухания резко возрастает из-за рассеяния света на неоднородностях показателя преломления среды (рэлеевское рассеяние). С другой стороны, в области длин волн выше 1 мкм начинают проявляться сильные линии поглощения гидроксильной группы ОН, от которых не удается избавиться в оптоволокне. Кстати, именно из-за рэлеевского рассеяния небо выглядит голубым, а закат красным: чем более "красный" (т. е. длинноволновый) свет, тем дальше он проходит и тем меньше рассеивается в атмосфере. Так что можно считать, что инфракрасный диапазон (ИК) был выбран для оптоволоконной связи по той же причине, по которой закат окрашивает небо в багровый цвет.

Использование "окон прозрачности" позволило осуществить передачу световых сигналов на расстояния свыше нескольких десятков километров. Дальнейшее увеличение дальности передачи стало возможным за счет использования регенераторов, осуществляющих преобразование светового сигнала в электрический с последующим обратным преобразованием и передачей сформированного сигнала по следующему участку волоконно-оптической линии связи.

Оптическое волокно обычно бывает двух типов: одномодовое, в котором распространяется только одна мода (тип распределения передаваемого электромагнитного поля), и многомодовое — с передачей множества (около сотни) мод. Конструктивно эти типы волокон различаются только диаметром сердечника — световедущей части, внутри которой коэффициент преломления чуть выше, чем в оболочке, что, собственно, и не дает световой волне "метнуться" куда-нибудь вбок и "гонит" ее вперед и вперед по волокну. Первыми были разработаны многомодовые волокна, которые имеют большой (примерно 50...85 мкм) диаметр сердечника, что облегчает их соединение друг с другом. Но поскольку групповая скорость света для каждой моды различна, то при передаче узкого светового импульса происходит его расширение (увеличение дисперсии), что соответственно увеличивает затухание. По сравнению с многомодовыми у одномодовых волокон преимущества и недостатки меняются местами: дисперсия уменьшается, но малый (5...10 мкм) диаметр сердечника значительно затрудняет соединение волокон этого типа и введение в них светового сигнала. Правда, за последние 20 лет развития сопутствующих технологий с указанными недостатками научились бороться, поэтому одномодовые оптические волокна нашли свое место в линиях связи, требующих высокой скорости передачи информации.

Первоначально дальность связи определялась преимущественно потерями волокна. Для увеличения интервалов между регенераторами стали использовать системы с длиной волны 1,55 мкм, которая, по сравнению с окном 1,3 мкм, обеспечивает меньшие потери. Однако на этом этапе выявился отрицательный фактор, тормозящий дальнейшее развитие систем — хроматическая дисперсия, которая стала ограничивать дальнейшее увеличение битовой скорости. Хроматическая дисперсия связана с тем, что в одномодовом волокне различные составляющие частотного спектра импульса распространяются с различной скоростью, что также приводит к размыванию импульса на выходе волокна. Оказывается, что кварцевое оптическое волокно практически не имеет хроматической дисперсии в диапазоне 1,3 мкм, а в диапазоне 1,55 мкм ее влияние становится превалирующим.

Высокая хроматическая дисперсия при 1,55 мкм вызвала необходимость разработки волокна со смещенной дисперсией, которое специально разработано исходя из условия обеспечения нулевого значения хроматической дисперсии в окне длин волн 1,55 мкм. Однако к этому времени связисты всего мира успели проложить массу одномодовых кабелей, и их замена была бы накладной. К счастью, был найден другой способ преодоления хроматической дисперсии. Использовавшиеся в оптических системах передачи лазеры излучали в достаточно широком спектре, составляющем несколько нм (что эквивалентно сотням ГГц). И тут оказалось, что если уменьшить ширину спектра передаваемого импульса до значения, близкого к частоте модуляции (например, приблизительно 2,5 ГГц для потока данных 2,5 Гбит/с), то влияние хроматической дисперсии существенно уменьшится. Это привело к появлению лазеров с распределенной обратной связью (DFB), имеющих узкую ширину спектра, что позволило получить скорость передачи информации свыше 1 Гбит/с.

Дальнейшая эволюция оптоволоконных систем передачи связана с появлением в конце 80-х — начале 90-х годов оптических усилителей (EDFA), приведших, в свою очередь, к разработке нового поколения систем, существенно снизив их цену за счет замены регенераторов на EDFA. Ведь регенераторы были "слабым звеном" из-за двойного преобразования оптического сигнала в электрический и обратно. Кроме того, оптические усилители имеют еще одну очень важную особенность, а именно: будучи прозрачными по отношению к битовой скорости и видам модуляции, они позволяют проводить эффективное усовершенствование системы с позиций битовой скорости путем замены только оконечного оборудования. Другим преимуществом EDFA является то, что они способны одновременно усиливать сигналы различных длин волн, что обеспечивает возможность увеличения емкости и скорости передачи системы за счет мультиплексирования по длине волны (WDM), т. е. использования более одной длины волны. Очевидно, что увеличение числа длин волн является более экономичным, чем увеличение количества кабелей и регенераторов или усилителей, которые необходимо устанавливать для каждого волокна кабеля. В чем здесь основная идея?

Собственно WDM

Подобно тому, как видимый человеческим глазом свет состоит из различных цветов, на которые можно его разложить, а затем опять собрать, так и передаваемый по технологии WDM/DWDM световой поток состоит из волн различной длины (λ). То есть по одному волокну можно передавать множество стандартных каналов. Принципиальная схема такой системы передачи достаточно проста (проблемы, как обычно, кроются в самой технологии). Для того чтобы организовать в одном волокне несколько оптических каналов, поступающие на вход оптические сигналы "окрашивают", т. е. меняют оптическую длину волны для каждого такого сигнала. "Окрашенные" сигналы смешиваются с помощью оптического мультиплексора и передаются в оптическую линию. В конечном пункте происходит обратная операция — каждый "окрашенный" сигнал выделяется из группового сигнала и передается потребителю. Вот, собственно, и все. А остальные различия систем WDM — в деталях, точностях и количествах передаваемых волн.

Как правило, сегодня термин WDM используется для систем от 2 до 16 длин волн (каналов или лямбд), а DWDM — от нескольких десятков до нескольких сотен длин волн на одно оптоволокно (теоретически более 3300, технология стандартизована в ITU-T G.692.). Существует также промежуточная относительно недорогая технология CWDM (Coarse Dense Wavelength Division Multiplexing или грубое/разреженное мультиплексирование по длине волны), используется очень большой интервал между соседними частотами (не менее 200 ГГц). Эта технология занимает промежуточное место между WDM и DWDM,

как правило, от 4 до 18 длин волн (стандартизована в ITU-T G.694.2). Особенностью CWDM систем является наличие возможности в любой точке оптической линии выводить сигнал на нужной длине волны. Для этого используются мультиплексоры ввода/вывода, называемые OADM-модулями (Optical Add Drop Multiplexor). OADM-модуль, являясь "проходным" устройством CWDM системы, извлекает из оптической линии сигнал на заданной длине волны, а все остальное излучение пропускает без изменений. Модули OADM, как и CWDM-мультиплексоры, являются пассивными элементами. В целом любая система WDM позволяет существенно увеличить пропускную способность канала, причем она позволяет использовать уже проложенные волоконно-оптические линии. Благодаря ей удается организовать двустороннюю многоканальную передачу трафика по одному волокну (в обычных линиях используется пара волокон — для передачи в прямом и обратном направлениях).

Одно из основных достоинств технологии DWDM — быстрая окупаемость вложенных операторами в ее внедрение средств и получение прибыли. Более того, операторам нет необходимости прокладывать новые линии, что также связано с дополнительными расходами и проблемами. Ключевое преимущество DWDM в том, что протокол и скорость для каждого канала независимы. Сети на базе DWDM могут передавать данные IP, ATM, SONET/SDH и Ethernet с различными скоростями, в том числе и по одному оптическому каналу. Благодаря "дальнобойности" и "скорости" основная область применения DWDM — это магистральные оптические сети. Разумеется, что для того чтобы передавать по одному волокну множество волновых потоков, технология DWDM должна быть обеспечена оборудованием особой точности. В частности, погрешность длины волны, которую обеспечивает стандартный лазер, применяемый в других телекоммуникационных системах, примерно в 100 раз больше, чем требуется в системе DWDM. К примеру, современные оптические усилители позволяют передавать сигналы на расстояния до 4000 км, тогда как в системах SDH (синхронная цифровая иерархия) это расстояние не превышает 200 км.

Следует отметить, что помимо семейства технологий WDM на оптических сетях использовалась и более традиционная для связистов XX века технология мультиплексирования по времени TDM (Time Division Multiplexing), где импульсам каждого передаваемого сигнала отводится определенный промежуток времени. В конце XX века технология TDM приблизилась к скоростям до 10 Гбит/с, что, впрочем, не является пределом. Основным тормозящим фактором, влияющим на развитие систем, использующих TDM-мультиплексирование, является хроматическая дисперсия и начинающие сказываться нелинейные эффекты в волокне. Кроме того, неравномерность усиления EDFA в рабочем диапазоне длин волн и явления, связанные с поляризацией, также препятствуют дальнейшему увеличению объема передачи. Так системы WDM вышли в лидеры. В конце 90-х годов были введены в эксплуатацию высокоемкостные WDM-системы на 8—32 длины волн, каждая из которых переносит трафик со скоростью 2,5 Гбит/с, а в лабораторных условиях достигаются рекордные скорости, до 2 Тбит/с.

Прогресс технологии

В XXI веке крупнейшие производители оборудования для оптических сетей пустились в гонку за достижение рекордных значений пропускной способности. Это соревнование пока не выявило единоличного лидера, зато регулярно позволяет демонстрировать все новые возможности передачи данных по одному волокну. К примеру, в марте 2001 г. японская компания NEC показала 10,9 Тбит/с. Конечно, рекорды и коммерческие сети — это не совсем одно и то же. Но согласно оценкам сотрудников Bell Laboratories, пропускная способность волоконно-оптических линий связи увеличивается в 100 раз каждые десять лет. Столь стремительный рост сопровождается удешевлением услуг, связанных с транспортировкой трафика по оптическим сетям. Возможно, уже через несколько лет скорость передачи данных по одному оптическому волокну начнет выражаться в петабитах в секунду (1 Пбит = 1000 Тбит). И тогда же будет достигнут предел увеличения пропускной способности оптического волокна. Существование такого предела вытекает из законов теории информации и нелинейной оптики. Максимальная ширина окна, соответствующая приемлемым потерям в оптическом волокне, составляет около 400 нм, что эквивалентно 50 ТГц. По теореме Шеннона, для типичного отношения сигнал/шум, равного 100, это дает верхнюю оценку для пропускной способности одиночного волокна на уровне 350 Тбит/с. Похожий результат получается и при расчете пропускной способности через так называемую спектральную эффективность (количество бит в секунду, приходящихся на 1 Гц частотного диапазона).

В действительности приведенная выше "планка" в 350 Тбит/с вряд ли будет "взята", поскольку с ростом мощности передаваемого сигнала заметно увеличивается негативное влияние различных нелинейных эффектов: фазовой авто- и перекрестной модуляции, хроматической и поляризационной дисперсий, различных типов рассеяния и пр. Результаты моделирования этих явлений, проведенных сотрудниками Bell Laboratories, показывают, что при сохранении современных технологических процессов предел пропускной способности одиночного оптического волокна составит около 100 Тбит/с. Сегодня никто не решится сказать, удастся ли на практике приблизиться даже к этой величине, ведь "втиснуть" 2500 различных длин волн (по 40 Гбит/с на каждую) в 400-нанометровое окно не так-то просто, а увеличение полосы пропускания отдельных оптических каналов ведет к резкому возрастанию нелинейных эффектов.

А что же дальше? Например, вернуться к разработкам оптических волокон с большим размером "окон прозрачности". Так, компания Alcatel-Lucent (в которую входит исследовательское подразделение Bell Laboratories) утверждает, что ее оптоволокно AllWave способно "воспринять" до 15 тыс. близко расположенных длин волн. Возможно, что в недалеком будущем удастся отойти от принципа "один лазер — одна длина волны". Разработки в области широкополосных перестраиваемых лазеров выглядят в этой связи весьма многообещающими.

В начале июня 2010 г. компания Alcatel-Lucent представила коммерческое решение для передачи информации со скоростью 100 Гбит/с на одной несущей с помощью так называемой когерентной технологии нового поколения (Next-Generation Coherent). Когерентная технология позволяет добиться устойчивости сетей к ослаблению оптического сигнала и поддерживает скорость до 100 Гбит/с на каждой длине волны, обеспечивая, например, передачу более 100000 файлов mp3 за 60 с или одновременную потоковую передачу более 15000 телевизионных каналов высокой четкости (HDTV). В новом оборудовании используется специальная технология подавления дисперсии. Кроме того, технология обеспечивает совместимость между сетями 100 Гбит/с и более низкоскоростными транспортными инфраструктурами (10 Гбит/с и 40 Гбит/с). 100-гигабитная технология поддерживается в коммутаторе "1830 Photonic Service Switch", являющемся флагманом в линейке DWDM-оборудования компании.

В апреле 2010 г. российский оператор "Ростелеком" начал опытную эксплуатацию волоконно-оптических линий связи, построенных на DWDM-оборудовании отечественного производителя НТО "ИРЭ-Полюс" (Фрязино, Московская область). Опытная зона включает два участка магистральной сети "Ростелекома": "Жуковский — Гжель" (Московская область) и "Пенза — Мокшан" (Пензенская область) протяженностью 77 км каждый. Пропускная способность каждого из участков составляет 10 Гбит/с, а их полная расчетная пропускная способность — 400 Гбит/с. Как отмечается, это оборудование отвечает мировым стандартам и включает в себя устройства с использованием "рамановских" предусилителей и динамической компенсацией дисперсии. Разумеется, учитывается и российская специфика — работать можно на расстояниях свыше 1000 км с поддержкой более 100 лямбд. Проект создания опытной зоны с использованием оборудования отечественного производителя реализован по решению комиссии по модернизации и технологическому развитию экономики РФ при Президенте страны. По замыслу Минкомсвязи России, к 2015 г. 50 % российских магистралей должны быть переведены на отечественное оборудование DWDM. Господдержка при этом будет заключаться не в выдаче денег, а в гарантированном рынке сбыта.

тел. 608-83-05 Прием статей: mail@radio.ru Вопросы: consult@radio.ru

Разрезная рамочная антенна

Л. ГОРШКОВ, А. ДОЛЖЕНКО, А. ПАВЛОВСКИЙ, г. Москва

В публикуемой статье рассмотрены необычные более эффективные, как считают авторы, варианты рамочной антенны, которые могут быть интересны радиолюбителям. Авторы получили патент на эту антенну.

Общеизвестная обладающая рядом достоинств рамочная антенна (РА) представляет собой проводник, изогнутый в одной плоскости в виде рамки определенной формы: окружности, квадрата или иной фигуры. Она интересна тем, что при сравнительной компактности обладает некоторой направленностью.

Однако у рамки есть и недостаток. Она имеет во многих случаях малое

Рис. 1

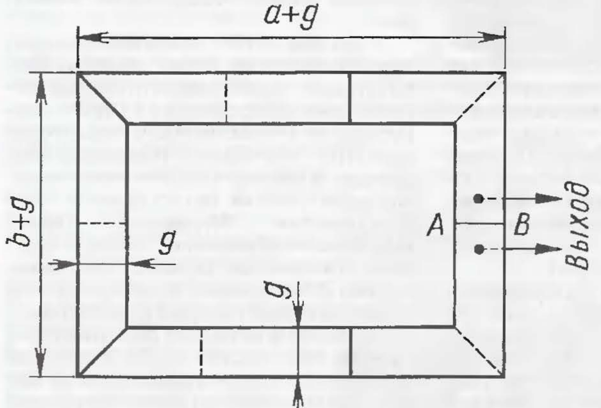


Рис. 2

активное сопротивление излучения по сравнению с ее индуктивным сопротивлением. Поэтому РА часто неэффективна как при передаче, так и при приеме.

В публикации "Рамочная антенна" авторов Л. Ф. Горшкова, А. А. Долженко и А. М. Павловского (Патент на изобретение № 2380800. — Бюллетень ФИПС Роспатента, № 3 от 27.01.2010) предложен простой конструктивный способ улучшения свойств РА и расширения области ее применения.

Суть изобретения заключается в том, что полотно рамки разделено поперечными разрезами на большое число n малых частей. При этом индуктивность L рамки состоит из n частей L_1, L_2, L_3,...,$L_к$, ...L_n, так что $L = L_1 + L_2 + L_3 + ... + L_к + ... + L_n$. Эквивалентная схема такой рамки показана на **рис. 1**. Принципиальным следует указать само размещение элементов в плоскости по контуру рамки (здесь квадрата), как показано на рисунке. Каждый разрез — это конденсатор довольно большой емкости. Результирующую емкость определяют как емкость С цепочки последовательно соединенных конденсаторов C_1, C_2, C_3,..., $C_к$, ..., C_n. Емкости $C_к$ выбирают так, чтобы емкость всей гирлянды С с последовательной индуктивностью L вызывала резонанс напряжения на частоте f_0 внутри рабочего интервала частот, т. е. $f_0 = 1/(2\pi\sqrt{LC})$.

Принцип действия предлагаемой разрезной рамочной антенны (РРА) состоит в следующем. Индуктивное сопротивление рамки ω_0L компенсируется емкостным сопротивлением $1/\omega_0C$, равным по значению и противоположным по знаку. Для каждой части соблюдается условие резонанса напряжений на одной и той же рабочей частоте $f_0 = (1/2\pi\sqrt{L_кC_к})$. Поэтому вдоль полотна рамки нигде не возникает большого реактивного падения напряжения. В результате практически исчезают нежелательные электрические поля между сторонами рамки, а остаются только "правильные" электрические поля в ее плоскости и в параллельных к ней плоскостях. В частности, поле, прилегающее непосредственно к рамке, создает сопротивление излучения r_u. Поле становится упорядоченным, а сопротивление — минимальным и только активным. Вне рабочей полосы рамка имеет высокое сопротивление.

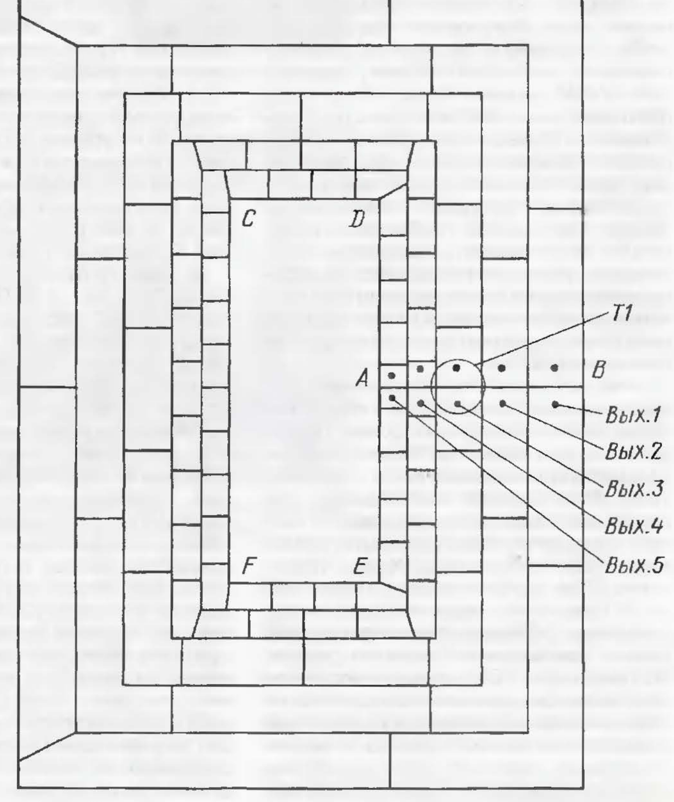


Рис. 3

Результат, близкий к оптимальному, достигается, если и индуктивность рамки, и ее емкость разделены на n равных частей. Число n, на которое следует разбить контур, желательно выбрать по возможности большим. Однако существенное улучшение характеристик рамки может наступить уже при значении n, равном четырем или немного больше.

В режиме приема плоскость полотна РРА располагают в плоскости поляризации электрической составляющей поля принимаемого сигнала (например, в Москве для телевидения — горизонтально). Напряжение сигнала на входе приемника можно дополнительно повысить, применив в РРА согласующий повышающий трансформатор. В результате устраняется упомянутый недостаток РА. Поэтому, несмотря на относительно малые размеры, сигнал на выходе РРА в приемном режиме получается, по мнению авторов, довольно высоким.

Однако необходимо отметить и недостатки возможных вариантов РРА. Так, если полотном антенны служит обыкновенный провод, то резонанс наблюдается лишь в относительно узкой полосе частот, что неприемлемо для передачи и приема широкополосных сигналов. Кроме того, в таком случае потребуется применение несущей конструкции для размещения провода и конденсаторов.

Прием статей: mail@radio.ru тел. 608-83-05
Вопросы: consult@radio.ru

Для обеспечения работы с широкополосными сигналами предлагается вариант полосковой РРА. Ее изготавливают из фольгированной с обеих сторон пластины. В частности, полотно может иметь форму прямоугольника, как показано на виде сверху на **рис. 2**, со сторонами длиной (по средней линии полос) a и b, шириной полос g и толщиной d. Материал пластины — диэлектрик с желательно очень малыми диэлектрическими потерями. Полосы с каждой стороны полотна разделены поперечными прорезями с шириной, равной толщине диэлектрика платы, на приблизительно равные участки по площади, поэтому есть среди них и косые прорези. Прорези на одной стороне платы расположены примерно посредине между прорезями другой стороны (напросвет). Следовательно, вдоль всего полотна получается последовательная цепь конденсаторов, образованных противолежащими участками полос обеих сторон, разделенных слоем диэлектрика. Погонная индуктивность полотна представляет собой собственную характеристику. Прорези AB делят одну из сторон полотна пополам и сверху, и снизу. Прорезь AB сверху платы служит началом отсчета для деления полосы на участки сверху. Снизу прорезь AB делит расположенный там участок полотна пополам. К полученным половинам рядом с прорезью припаивают либо фидер снижения, либо проводники, идущие к согласующему трансформатору. Поэтому структура полотна практически не нарушается. В результате рамка соответствует конфигурации, показанной на схеме рис. 1.

Предложенный вариант РРА объединяет в себе и несущую конструкцию, и необходимые электрические функции, причем, выбирая ширину полосы g, можно обеспечить широкую полосу пропускания антенны в необходимых пределах, не прибегая к искусственному внесению потерь в рамку.

Перечислим основные достоинства РРА:

1. РРА малочувствительна к окружающим предметам, в том числе к присутствию "заземленного" кабеля. Не требуются специальные устройства симметрирования.

2. РРА разных частотных интервалов можно располагать близко друг к другу и, в частности, вкладывать одну в другую, как матрешки.

3. Можно проектировать рамки на высокие частоты, поскольку гирлянда состоит из конденсаторов большой емкости, по сравнению с которыми паразитные емкости, окружающие рамку, как правило, малы.

4. Можно выбирать размеры рамки независимо от рабочей длины волны, так как в ней получается резонанс на рабочей частоте не только в зависимости от геометрических размеров, но и от значения емкости C. При этом необходимо лишь согласование активной нагрузки с сопротивлением излучения рамки. И наоборот, можно достигать желаемого значения сопротивления излучения путем изменения размеров рамки.

Результаты расчета РРА при размерах платы 0,42×0,3 м

Интервал 3: каналы 6—12:

a = 0,286; b = 0,166; g = 0,022; d = 0,0011; eps = 5,137; tgD = 0,004

ℓ_a	r_u	X_p	L1
1,72	10,69	966,65	$8{,}821509 \cdot 10^{-7}$

Емкость полотна — $7{,}95132 \cdot 1^{-10}$.

Емкость гирлянды конденсаторов рамки $C_c = 1{,}014199 \cdot 10^{-12}$.

ℓ_a	r_u	X_p	L2
1,325	19,97	692,49	$4{,}867074 \cdot 10^{-7}$

Интервал при n = 28; $f_{min} = 1{,}682624 \cdot 10^{8}$; $f_{max} = 2{,}264462 \cdot 10^{8}$.

$E_{рамки} = 0{,}2194$ В при $E_{поля} = 1$ В/м.

r_n = сопротивление потерь = $X_p \cdot tgD = 2{,}77$.

$K_{транс} = \sqrt{75/(r_u + r_n)} = 1{,}816$.

Шаг разметки ui = 0,0646

Разметка верхней поверхности полотна:

0,1409; 0,2054; 0,27; 0,3346; 0,3991 — a1;

0,2377; 0,3023 — b2;

0,3991; 0,3346; 0,27; 0,2054; 0,1409 — a3;

0,3023; 0,2377 — b4.

Разметка нижней поверхности полотна:

0,1731; 0,2377; 0,3023; 0,3669 — a1;

0,2054; 0,27; 0,3346 — b2;

0,3669; 0,3023; 0,2377; 0,1731 — a3;

0,3346; 0,27; 0,2054 — b4.

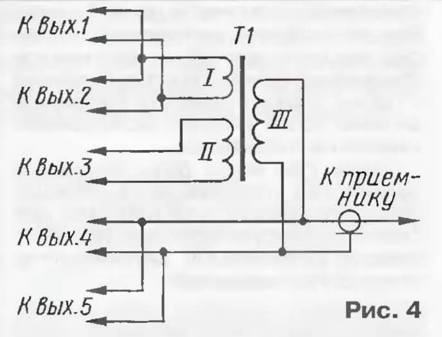


Рис. 4

Из указанных достоинств РРА следует, что можно изготавливать составные полосковые РРА. При их построении в проем рамки, показанной на рис. 2, вкладывают рамку меньшего размера на другой более высокий интервал частот; в проем меньшей рамки — рамку еще меньшего размера и т. д. Каждая из них в своем интервале имеет малое сопротивление, а вне ее интервала — большое полное сопротивление. Поэтому все рамки можно подключить к общей нагрузке или кабелю параллельно или каждую — к соответствующей обмотке согласующего трансформатора.

Опытный образец составной полосковой антенны был реализован на фольгированной с двух сторон плате с размерами 420×300 мм толщиной 1 мм (напомним, что такова и ширина прорезей) из материала СТФ-2 на пять телевизионных интервалов частот: интервал 1 — каналы 1 и 2, интервал 2 — каналы 3—5, интервал 3 — каналы 6—12, интервал 4 — каналы 21—40, интервал 5 — каналы 41—60. Разметка платы для нижней стороны показана на **рис. 3** в масштабе 1:4. На рисунке условно обозначен согласующий трансформатор T1, а точками — места пайки кабелей, которую делают только с этой стороны. Внутренний прямоугольник CDEF платы для предотвращения ненужных вихревых токов либо полностью очищают от фольги и используют для крепления антенны, либо прорезают фольгу "в клеточку" (не более 1×1 см).

На **рис. 4** представлена схема включения согласующего трансформатора. Выходы 4 и 5 (ДМВ) антенны подключают к кабелю снижения (75 Ом) непосредственно, а выходы 1—3 (MB) — к тому же кабелю через согласующий трансформатор. Последний выполнен на тороидальном магнитопроводе из феррита ВН30 типоразмера 20×10×5 мм. Обмотка I содержит 6 витков, II — 10 витков, III — 36 витков провода ПЭЛШО 0,22, намотка — виток к витку.

Результаты программного расчета электрических характеристик антенны даны в **таблице** только для интервала 3 для экономии места, остальные результаты помещены в Интернете на сайте редакции. Все величины указаны в международной системе единиц СИ. Использованы следующие обозначения: eps — относительная диэлектрическая проницаемость; tgD — тангенс угла потерь диэлектрика платы; ℓ_a — длина волны; r_u — сопротивление излучения; X_p — реактивное сопротивление; L1 — индуктивность полотна на нижней частоте интервала; L2 — индуктивность полотна на верхней частоте интервала.

Из расчетов можно сделать вывод, что сопротивление излучения, определяющее сопротивление антенны на MB, весьма мало и находится в пределах от 0,32 до 20 Ом. Это требует, как уже было указано, применения повышающего трансформатора для согласования. Следует отметить относительно большое сопротивление потерь в интервалах 1 и 2, что приводит к снижению уровня сигнала. Потери можно уменьшить, если увеличить размеры платы (на сайте даны результаты расчета для размеров 600×420 мм) или применить пластину из другого материала, например, фторопласта ФАФ-4 с пересчетом разметки.

Разметку прорезей покажем на примере антенны для интервала 3. Для этого она представлена в уменьшенном виде на **рис. 5** (нижняя сторона) и **рис. 6** (верхняя сторона). Разметку начинают со стороны a1 (см. расчет), на которой находится средняя линия AB, и продолжают дальше по порядку номеров на сторонах в2, a3, в4, двигаясь против часовой стрелки. На наружной линии и в середине размечаемой стороны должно оказаться деление 0,27 м приложенной к ней линейки (показано на каждой стороне числом 27, т. е. 27 см), причем отсчет от нулевой отметки линейки должен происходить по

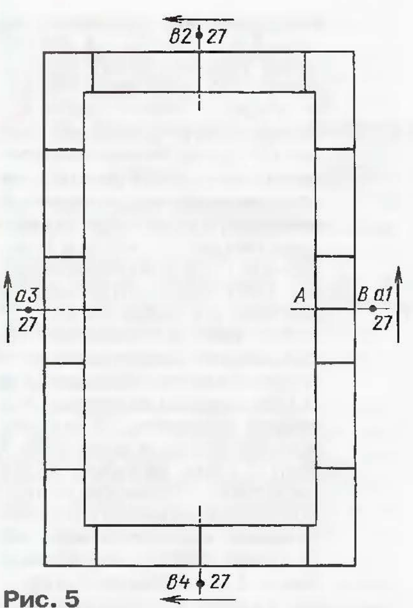


Рис. 5

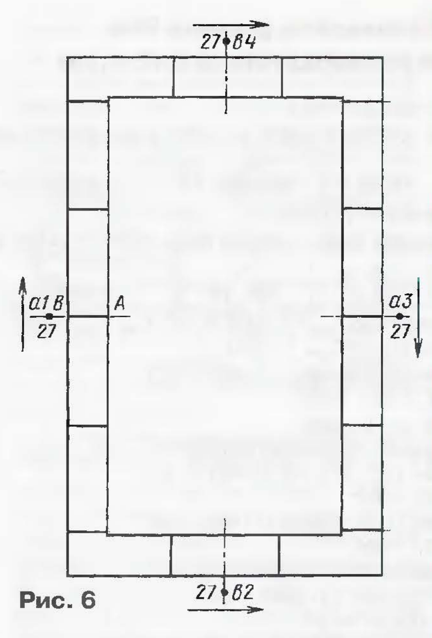


Рис. 6

направлению, помеченному у сторон стрелкой. Каждое расчетное значение указывает положение поперечной (или косой около противолежащих углов) прорези фольги с шагом разметки ui по осевой линии полосы. Косые прорези помечены в расчетах "к углу" (в нашем примере их нет). Прорези на средней линии АВ, как было сказано раньше, сделаны с обеих сторон платы. Нетрудно заметить, что расчетные обозначения в2 и в4 на разных сторонах полотна меняются местами.

Повторим, что РРА принимает сигналы, поляризованные в плоскости рамки (электрическая составляющая электромагнитного поля).

Усиление антенны для круглых рамок не зависит от ее ориентации в своей плоскости. Для квадратных рамок, а также для прямоугольных, если длина большей стороны не превышает четверти длины волны, эта зависимость весьма незначительна.

Диаграмма направленности для горизонтально ориентированной РРА при a и b меньше четверти длины волны представляет собой в вертикальной плоскости известный символ "бесконечность", в горизонтальной плоскости — почти круг.

Когда a равно длине волны, a b не более ее половины и рамка расположена горизонтально, диаграмма направленности в вертикальной плоскости, рассекающей рамку поперек сторон a, и в перпендикулярной к ней плоскости рамки имеет вид символа "бесконечность" с максимумами по линии их пересечения. В плоскости, рассекающей рамку поперек стороны b, прием отсутствует.

Очевидно, что полосковая РРА может служить комнатной приемной телевизионной антенной. Для рассмотренного опытного образца инструментальные измерения не проводили. Визуально было отмечено высокое качество приема на расстоянии около 20 км от Останкинской башни для восьми—десяти каналов (передатчики имеют большую мощность). Еще пять-шесть каналов были с удовлетворительным качеством, в том числе первый канал. При этом на пути сигналов находился ряд высоких зданий и принимался отраженный сигнал с противоположной стороны. Однако изменять положение антенны после каждого переключения каналов не требовалось.

Такие РРА могут быть легкими и недорогими наружными антеннами среднего радиуса действия или при слабой направленности работать бортовыми встроенными антеннами на транспортных средствах.

***От редакции**. Полная версия этой статьи с результатами расчета РРА для всех интервалов и размеров платы 0,42×0,3 и 0,6×0,42 м имеется на нашем FTP-сервере по адресу* **<ftp://ftp.radio.ru/pub/2010/09/RRA.zip>**.

Авторы статьи предоставили редакции для испытаний вариант составной РРА заводского изготовления с размерами 420×300 мм. Измерителем КСВ, работающем в интервале частот до 175 МГц, т. е. практически не охватывающем даже телевизионного шестого канала и рассчитанным на сопротивление кабеля 50 Ом, были получены следующие результаты. Наименьшие значения КСВ (примерно 1 и 2) оказались в интервалах частот второго и пятого каналов соответственно. На третьем канале КСВ был около 3,5, а на первом канале — 4...5, что подтвердилось приемом программы в последнем только удовлетворительного качества в Москве. РРА была испытана в Московской области на расстоянии более 30 км от Останкинской башни. При высоте размещения около 15 м и свободной ориентации на башню прием мощных (50 и 20 кВт) каналов на МВ и ДМВ происходил с высоким качеством, кроме первого. Остальные каналы принимались либо с удовлетворительным качеством (в цвете, в том числе первый), либо не принимались совсем. Редакция просит повторивших антенну прислать свои отзывы.

МОДУЛЬНАЯ РЕКЛАМА

Наборы для радиолюбителей: "USB-программатор" по статье А. Рыжкова в журнале "Радио" № 7, 2008 г.; В. Шкильменский. "Блок зажигания — регулятор угла ОЗ на микроконтроллере" в журнале "Радио" № 11, 2008 г.; Н. Заец. "Цифровое устройство защиты с функцией измерения" в журнале "Радио" № 7, 2007 г., термостаты, частотомеры, вольтметры, амперметры, наборы чип-резисторов и конденсаторов 1206, 0805, 0603. Другие радионаборы.

http://chipnabor.ru/

e-mail: **nabor@inbox.ru** .

Тел. +7-916-431-53-46, г. Москва.

* * *

Интернет-магазин **ELITAN.RU**

1 000 000 наименований электронных компонентов, материалов и инструментов.

Минимальный заказ не ограничен.

Доставка — почтой, курьером и автотранспортными компаниями.

Для заказов от 5 000 руб. доставка по России — бесплатно!

Пункты выдачи заказов самовывозом в Москве, С.-Петербурге, Ижевске.

Оплата онлайн или через банк.

Отслеживание заказа на сайте.

Сайт: **www.elitan.ru**

* * *

Отечественные и импортные радиодетали для ремонта радиоаппаратуры, автомобильной электроники и бытовой техники!

Микросхемы. Транзисторы. Стабилитроны. Резисторы. Шлейфы.

Конденсаторы керамические, пленочные, подстроечные, электролитические, высоковольтные. Механика для видеомагнитофонов, видеокамер и аудиотехники. Светодиоды и фотодиоды. Панельки для микросхем. Кассы всех размеров для хранения мелких деталей. Лазерные и видеоголовки. ЧИП-элементы. Многое другое. Оптовая и розничная продажа ежедневно от 9.00 до 18.00 по адресу:

Россия, Москва, Пятницкое шоссе, дом 18, ТК "Митинский радиорынок", 3-й этаж, павильон 546. Проезд от метро "Тушинская" авт. № 2, 210, 266.

Доставка почтой по России. Прайс-листы на бумаге и CD.

Контакты: **107045, г. Москва, аб. ящ. 41**.

www.S-10mitino.narod.ru

* * *

ЧИП-НН — радиодетали почтой. **Микроконтроллеры, датчики, ЖКИ, светодиоды** и др.

www.chipnn.ru

* * *

Пульты управления. Переключатели. Цветоприставки.

617100, Пермский край, г. Верещагино, а/я 74.

http://nikolajj-pinaev.ru/

Цифровое управление аналоговыми темброблоками

А. БАШИРОВ, С. БАШИРОВ, г. Москва

К сожалению, не все компоненты, примененные в блоке, описанном в первой части статьи, доступны радиолюбителям даже в крупных городах, прежде всего, это касается цифровых потенциометров и энкодеров. Поэтому авторами был разработан второй, более простой и недорогой вариант блока. Он не содержит малодоступных элементов, более прост в реализации и, наконец, существенно дешевле в изготовлении, что тоже немаловажно. Абсолютное большинство функций при этом сохранено, исключена только возможность дистанционного управления.

Схема упрощенного варианта устройства представлена на **рис. 6**.

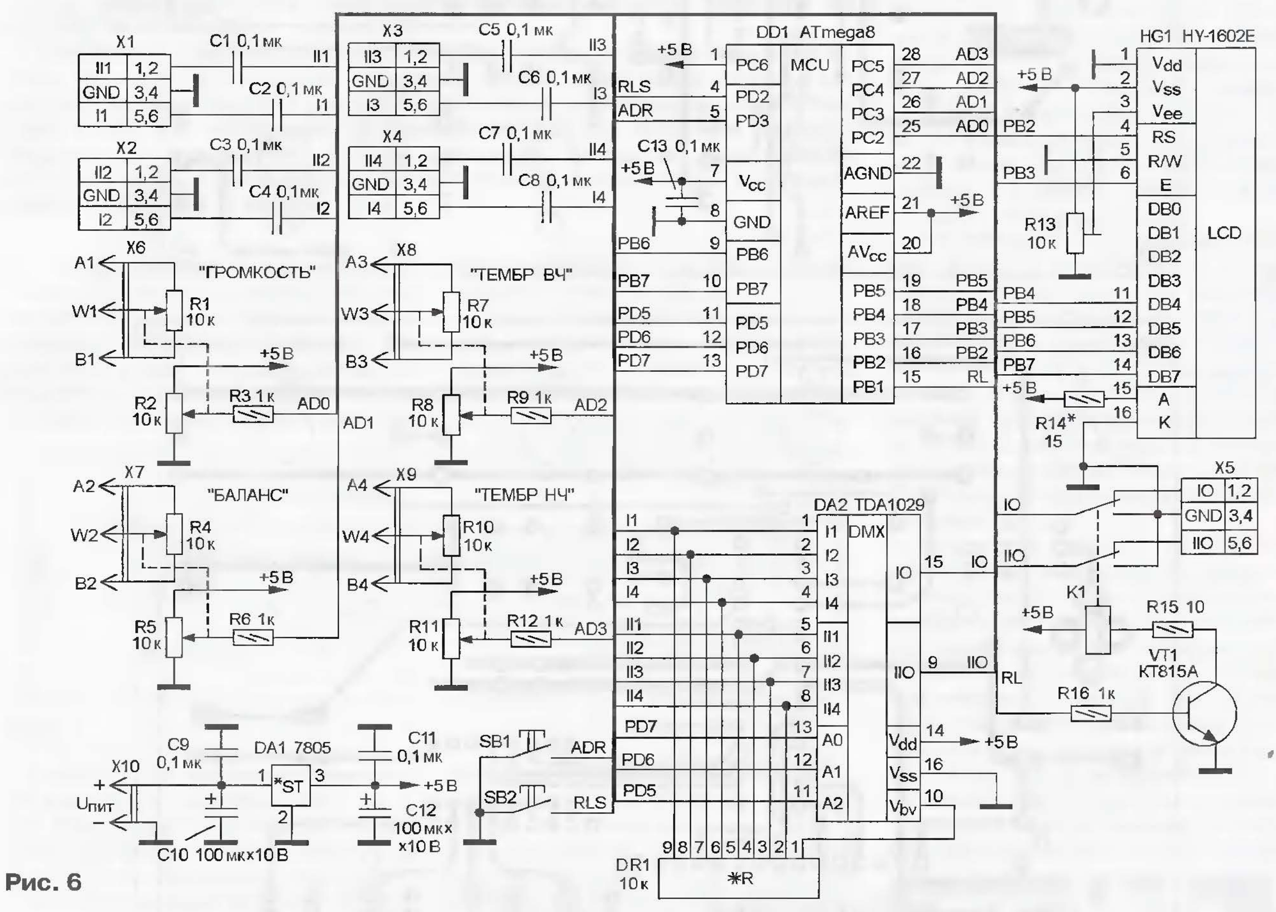


Рис. 6

Узлы блока, отвечающие за коммутацию входов и отображение информации на дисплее, остались практически без изменений. Подверглась модификации только часть, обеспечивающая регулировку параметров громкости и тембра.

В качестве регулирующих элементов применены четыре сдвоенных переменных резистора (по числу параметров регулирования). Нижний из резисторов (назовем его "измерительным") отвечает за отображение информации на дисплее, а верхний — собственно за изменение соответствующего параметра (назовем его соответственно "регулировочным"). Происходит это следующим образом. Крайние выводы нижнего, "измерительного", резистора подключены к общему выводу и выводу питания, а средний — к одному из входов АЦП микроконтроллера (порты PC2—PC5). При вращении движка синхронно изменяется сопротивление каждого переменного резистора, и поэтому его значение у "измерительного" резистора соответствует значению "регулировочного", выводы которого подключены к соответствующим выводам темброблока. Причем совершенно не важно, линейную или экспоненциальную характеристику имеет переменный резистор. При необходимости в отображение информации на дисплее можно внести необходимые изменения, модифицировав управляющую программу микроконтроллера.

Выбор входов коммутатора в этом блоке осуществляется точно так же, как и в предыдущем варианте.

Режимы работы темброблока отображаются на двустрочном символьном жидкокристаллическом индикаторе, как и в предыдущем варианте. Для управления работой ЖКИ используются линии портов PB2—PB7.

Кнопкой SB1 выбирают режим "MUTE". Сигнальный вывод кнопки SB1 подключен к линии порта PD3.

Выбор одного из четырех двухканальных входов коммутатора осуществляется кнопкой SB2 по кругу, т. е. каждое нажатие вызывает переключение входа. Сигнальный вывод кнопки SB2 подключен к линии порта PD2.

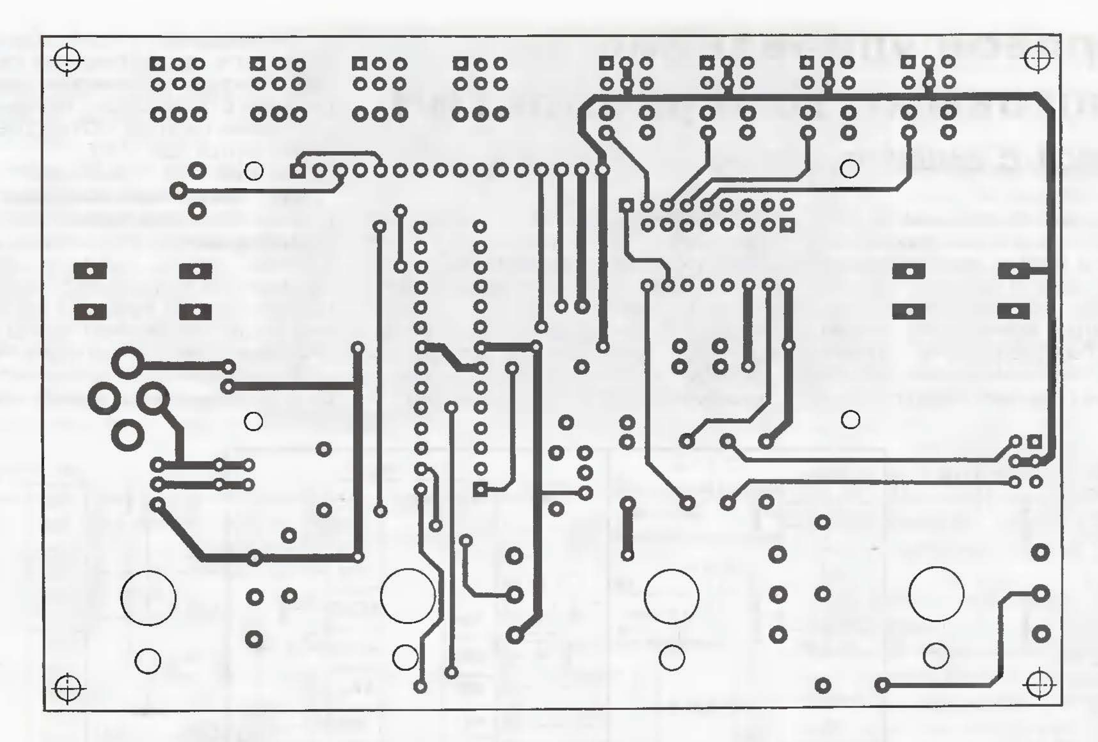
Коммутация входов осуществляется с помощью аналогового коммутатора TDA1029, включенного по типовой схеме. Для выбора источника сигнала используются адресные входы A0—A2 коммутатора, подключенные к портам PD5—PD7 микроконтроллера. Выходы коммутатора подключены к переключающим контактам реле K1, на основе которого реализован режим "MUTE", позволяющий при необходимости отключать темброблок и оконечный усилитель (например, при коммутации входов или для быстрого отключения громкости). Включение и выключение реле осуществляются подачей сигнала с линии порта PB1 микроконтроллера через электронный ключ на транзисторе VT1.

Защита от дребезга контактов кнопок SB1 и SB2 осуществляется программно.

Окончание.
Начало см. в "Радио", 2010, № 8

РАДИО®
ЗВУКОТЕХНИКА
тел. 608-83-05
Прием статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru

Прием статей: mail@radio.ru тел. 608-83-05
Вопросы: consult@radio.ru



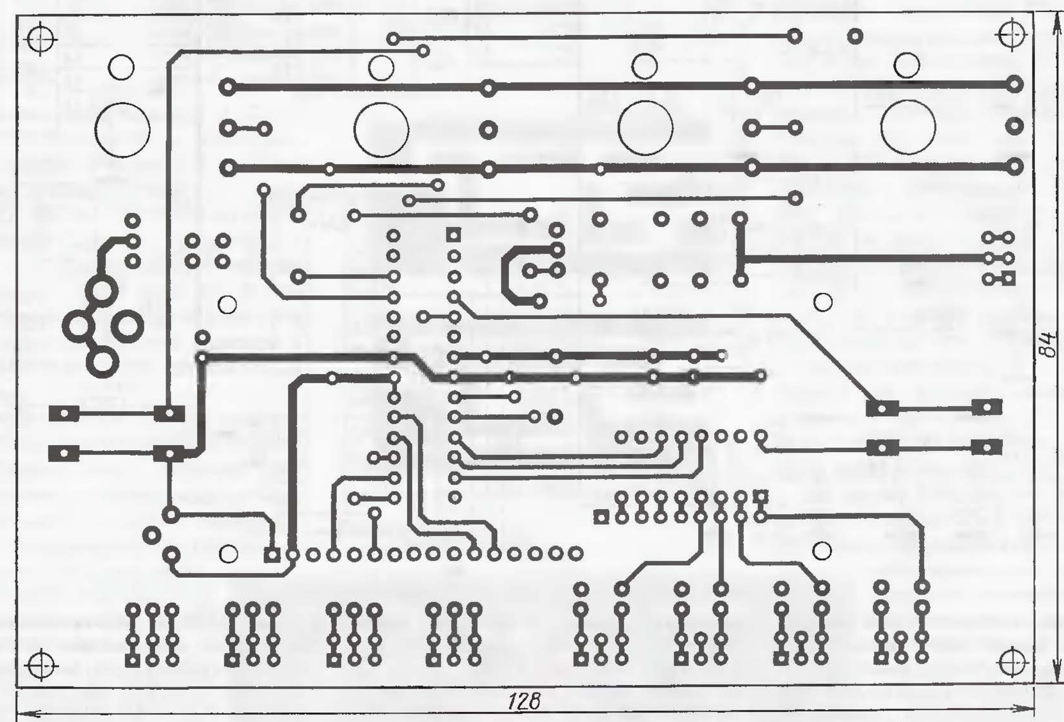


Рис. 7

Рисунок печатной платы устройства приведен на **рис. 7**, а расположение элементов на плате — на **рис. 8**. Фото собранного темброблока представлено на **рис. 9**.

Авторы особо подчеркивают, что применение обоих вариантов управления не привносит искажений в звучание аналоговых темброблоков, поскольку переменные резисторы (и электронные, и обычные роторные) не включены в сигнальные цепи, формирующие АЧХ темброблоков. Посредством переменных резисторов изменяется постоянное напряжение на управляющих входах микросхем темброблоков и, таким образом, осуществляется электронное регулирование.

Оба варианта устройства проверены в работе с аналоговыми темброблоками на базе популярных микросхем LM1036, LM1040 и KA2107 и показали прекрасные результаты. Помимо великолепного "аналогового" звучания, к этим микросхемам добавились новые сервисные возможности и современное управление. Одна из схем на базе LM1040 была описана на страницах журнала [3].

Оба устройства собраны на двусторонних печатных платах толщиной 1 мм с металлизированными отверстиями.

На плате упрощенного варианта регулировочные резисторы R1, R4, R7 и R10 по окончании распайки деталей соединяют проводами или плоским кабелем с соответствующими разъемами X6—X9, установленными на плате, либо с кабелем со штыревым разъемом, подключаемым к разъему платы с электронно-управляемыми регуляторами на микросхемах. Во втором слу-

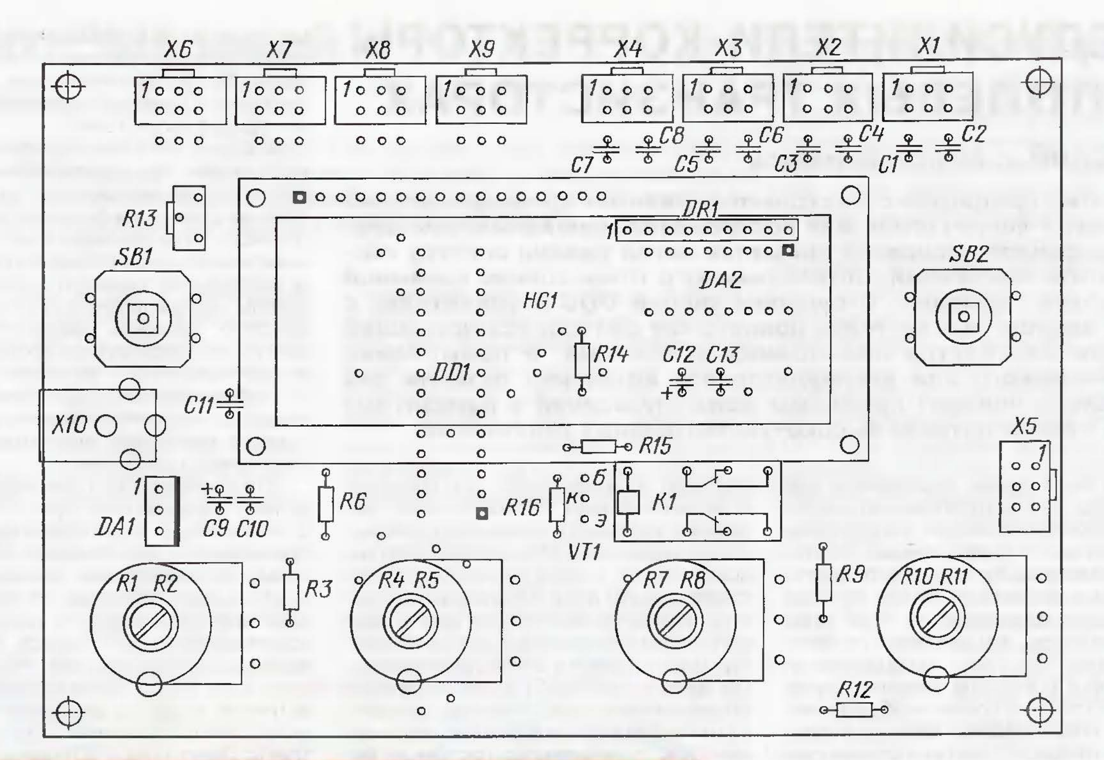


Рис. 8



Рис. 9

чае устанавливать разъемы X6—X9 на плате нет необходимости.

В конструкциях блоков применены обычные резисторы С2-23 или МЛТ-0,125. Оксидные конденсаторы — К50-29, К50-35, остальные — К10-17В или аналогичные. Фотоприемник подойдет любой, рассчитанный на частоту модуляции 36 кГц. Переменные резисторы — СП3-33-32 или аналогичные. Электромагнитное реле — с двумя группами контактов на переключение JRC-19F-5VDC-0,2W производства фирмы DBL. Можно применить и любое другое, данный тип реле — типовой, выпускается многими производителями. Если такого же или аналогичного реле найти не удалось, то можно применить любое другое с двумя группами контактов на переключение с рабочим напряжением на обмотке 5 В. В этом случае придется изменить печатную плату под конкретный тип реле.

Разъемы питания — DJK-02B или аналогичные; сигнальные разъемы — штыревые, типа PLD-6. Для соединения блоков применены кабели с разъемами IDC-6.

Вместо микросхемы коммутатора TDA1029 возможно применить полный отечественный аналог К174КП1 без изменения рисунка печатной платы.

Жидкокристаллический индикатор HY-1602E допустимо заменить любым аналогичным с двумя строками по 16 символов, с контроллером HD44780 или его аналогом. При распайке выводов индикатора следует обратить внимание на их нумерацию. Она может значительно различаться (как правило, номера сдвинуты вправо или влево в зависимости от обозначения) для индикаторов разных фирм-производителей. Для уточнения следует обратиться к фирменной документации производителя [4].

ЛИТЕРАТУРА

3. **Токарев Н.** Универсальный блок регуляторов на микросхеме LM1040. — Радио, 2007, № 3, с. 16.

4. Каталог: символьные ЖК индикаторы. — **<http:// www.rct.ru/catalogue/ 16/1226/ 358/>**.

От редакции. *Прошивки микроконтроллеров имеются на нашем FTP-сервере по адресу* ***<ftp://ftp.radio.ru/pub/2010/09/ digcont.zip>.***

МОДУЛЬНАЯ РЕКЛАМА

Условия см. в "Радио", 2010, № 8, с. 3

ООО "Электролэнд"
Поставка любых электронных компонентов и комплектующих. Химия для электроники. Доставка почтой в любую точку России юридическим и физическим лицам. Со склада и под заказ.
WWW.ELEKLAND.RU
E-mail: elekland@mail.ru
Тел./факс — (82147) 42026.

* * *

РАДИОДЕТАЛИ — ПОЧТОЙ!
Лучший выбор радиодеталей, запчастей для ремонта, радиолюбительских наборов... Новый каталог "ЭЛЕКТРОНЩИК", 2010 г. — 150 руб.
107113, г. Москва, а/я 10
Тел. (495) 543-47-96,
8 (985) 366-87-86.
Интернет-магазин:
WWW.DESSY.RU
E-mail: **post@dessy.ru**

тел. 608-83-05 Прием статей: mail@radio.ru Вопросы: consult@radio.ru

ПРЕДУСИЛИТЕЛИ-КОРРЕКТОРЫ НА ПОЛЕВЫХ ТРАНЗИСТОРАХ

А. ГУРСКИЙ, г. Минск, Беларусь

В статье предложено несколько вариантов предварительных усилителей-корректоров для воспроизведения виниловых дисков грамзаписи. Основное внимание автор уделил спектру гармонических искажений, оптимальному с точки зрения взаимной маскировки гармоник. Отсутствие общей ООС в усилителях с малым числом транзисторов принято как фактор, исключающий расширение спектра нелинейных искажений, а применение гальванического или аккумуляторного источника питания для этого блока снимает проблемы фона, пульсаций и паразитных петель в цепях питания высокочувствительных усилителей.

В настоящее время выделилось два подхода к конструированию аналоговой звукоусилительной аппаратуры. Первый из них — традиционный. Он ставит во главу угла, прежде всего, достижение по возможности более высоких технических характеристик. При этом предполагается, что высокие технические характеристики автоматически гарантируют и высокое качество звучания. К настоящему времени общепринятым для такого подхода стало построение усилительного тракта на основе схемотехники операционных усилителей (ОУ), охваченных глубокой отрицательной обратной связью (ООС), что позволяет добиться превосходных технических характеристик. Однако оказалось, что однозначной корреляции между техническими параметрами устройств и качеством их звучания нет. Зачастую звучание простых ламповых усилителей с убогими по нынешним меркам техническими характеристиками уверенно предпочитается искушенными слушателями звучанию транзисторных устройств с весьма высокими, казалось бы, параметрами. Удовлетворительного объяснения этому нет до сих пор. Косвенными свидетельствами кризиса традиционного подхода являются так называемый "ламповый ренессанс", рост числа сторонников ламповой аудиотехники и намного более высокие цены ламповой аудиоаппаратуры по сравнению с транзисторной. Наряду с этим продолжается совершенствование схемотехники транзисторных аудиоусилителей в погоне за качеством звучания, в попытках добиться все более и более высоких характеристик и "переиграть" ламповых конкурентов, хотя, казалось бы, совершенствовать уже нечего.

Сторонники второго подхода указывают на то, что аудиоаппаратуру разрабатывают в конечном счете для слушателей, а не "для вольтметров", поэтому технические характеристики не должны быть самоцелью, а основным критерием качества должно быть субъективное качество звучания. Основными причинами ухудшения качества звучания считают применение в аудиотракте большого числа полупроводниковых приборов (в первую очередь биполярных транзисторов), имеющих большую нелинейность передаточных характеристик, а также неудачное сочетание нелинейных усилительных устройств и глубокой обратной связи. Это приводит к разнообразным отрицательным эффектам, например, появлению динамических искажений [1], возрастанию относительного уровня гармоник высокого порядка [2] и т. д. Подробный анализ этих эффектов выходит за рамки данной статьи. Интересный обзор литературы по этой теме и анализ ряда эффектов даны в работе [3]. К числу девизов сторонников второго подхода относятся отказ (по возможности) от применения ООС, транзисторов (особенно биполярных) и *максимальное упрощение* усилительного тракта, идущее, как правило, в ущерб техническим характеристикам устройств, а также повышенное внимание к качеству пассивных элементов тракта. Схемотехника здесь практически не развивается, более того, наблюдаются упрощение и применение схемных решений 20-х годов прошлого века, что косвенно говорит об их самодостаточности. Этот подход, бывший поначалу чисто интуитивным, получил в последнее время научное обоснование в виде результатов исследований в области психоакустики, в частности, посвященных изучению свойств слухового аппарата человека [3—8]. Вот основные результаты, имеющие отношение к построению "прозрачного" для слушателя аудиотракта.

1. Ухо человека содержит нелинейный спектроанализатор. Нелинейность проявляется в логарифмическом характере зависимости ощущения громкости от интенсивности воздействия (т. е. присутствует логарифматор, играющий роль компрессора), при этом ухо под воздействием звука генерирует собственные гармоники (ауральные, т. е. субъективные), суммарные и разностные частоты. По имеющимся сведениям, в слуховом аппарате человека присутствует аналог 8-битного АЦП с переменным шагом квантования [4].

2. Нелинейность слухового аппарата человека относительно велика: при уровне звукового давления 60 дБ коэффициент второй гармоники составляет 4 %, третьей — 0,42 %. С ростом уровня до 70 дБ эти значения возрастают до 10 % и 1 % соответственно, уровень четвертой гармоники — до 0,15 %. При уровне 100 дБ коэффициент второй гармоники достигает почти 40 % [4].

3. Амплитуды субъективных гармоник довольно быстро убывают — примерно на 20 дБ с возрастанием номера на единицу. При уровнях звукового давления 70...90 дБ спектр этих гармоник достаточно беден — гармоники высокого порядка отсутствуют.

4. Слуху человека присущ эффект маскировки: при одновременном воздействии двух звуков один из них может быть не слышен на фоне другого, более громкого. Спектральные и амплитудные зависимости эффекта маскировки одного тона другим таковы, что при вышеуказанном распределении амплитуд субъективных гармоник каждая последующая из них маскируется предыдущей, а вторая гармоника — основным тоном.

5. Чувствительность человека к наличию в сигнале гармоник высокого порядка нелинейно возрастает с ростом номера гармоники.

Эти особенности позволяют понять, почему звучание некоторых усилителей с невысокими характеристиками воспринимается как отличное и в то же время звучание других, имеющих малый коэффициент гармоник, но генерирующих гармоники высокого порядка, воспринимается как искаженное. В [3] была высказана гипотеза о том, что акустический тракт будет "прозрачным", а субъективное качество звучания высоким, если спектр гармоник усилительного тракта будет соответствовать таковому для субъективных гармоник. В этом случае сработает эффект маскировки и система "ухо—мозг" воспримет сигнал как свободный от искажений. Отличие распределения амплитуд гармоник аудиотракта от таковоrо для субъективных гармоник будет вызывать ощущение искажений. Сказанное относится и к другим видам нелинейных искажений, таких как генерация суммарных и разностных частот, а также интермодуляционные искажения.

Решение проблемы искажений, вносимых аудиотрактами, возможно, в принципе, и в рамках первого подхода путем снижения всех видов искажений до значений ниже порога слышимости. Однако на данном этапе развития элементной базы и традиционной схемотехники усилителей эта проблема, по моему мнению, пока не решена. Таким образом, второй подход, декларирующий отказ от усилителей с высоким коэффициентом усиления и глубокой обратной связью, имеет право на жизнь. Следует отмежеваться от экстремальных вариантов такого подхода и учесть, что при заведомо плохих технических характеристиках ни о каком качестве звучания не может быть и речи.

В данной статье на примере разработки усилителей-корректоров (УК) для магнитного звукоснимателя в рамках проверки вышеописанной гипотезы [3] предпринята попытка создания устройств со спектром гармоник, максимально приближенным к спектру субъективных гармоник, с целью достижения высокого субъективного качества звучания. Для этого амплитуда каждой последующей гармоники должна монотонно убывать примерно на 20 дБ по отношению к предыдущей при возможно меньшем их числе.

Выбор УК в качестве объектов для экспериментов обусловлен сохраняю-

РАДИО® ЗВУКОТЕХНИКА
Прием статей: mail@radio.ru тел. 608-83-05
Вопросы: consult@radio.ru
РАДИО № 9, 2010

щимся интересом к грамзаписи, поскольку многие фонограммы музыкальных произведений, тиражированные на грампластинках, отсутствуют или труднодоступны в версиях на компакт-дисках. Особенно это касается классической музыки.

Элементная база УК была выбрана с учетом того, что биполярные транзисторы в силу ряда особенностей их характеристик, описываемых экспоненциальными функциями, имеют нелинейные входные токи, что при конечном внутреннем сопротивлении источника сигнала увеличивает нелинейность тракта, поэтому они непригодны для построения высококачественного усилителя без общей ООС [3]. Остаются лампы и полевые транзисторы (ПТ), имеющие передаточные характеристики, описываемые степенными функциями (показатель степени близок к 3/2 у ламповых триодов и к 2 у ПТ). Такие характеристики облегчают получение желаемого спектра гармоник.

В данной работе была поставлена задача создать УК на распространенных отечественных ПТ. В процессе макетирования стала ясна причина малой распространенности усилителей на ПТ — большой разброс их параметров и необходимость подбора и отбора ПТ, что несовместимо с принципами профессиональных разработчиков. Поэтому сразу следует подчеркнуть: за повторение описанных конструкций следует браться только тем, кто имеет достаточное количество ПТ и соответствующую измерительную аппаратуру, а также опыт наладки радиоэлектронных устройств. Иначе отрицательный результат гарантирован!

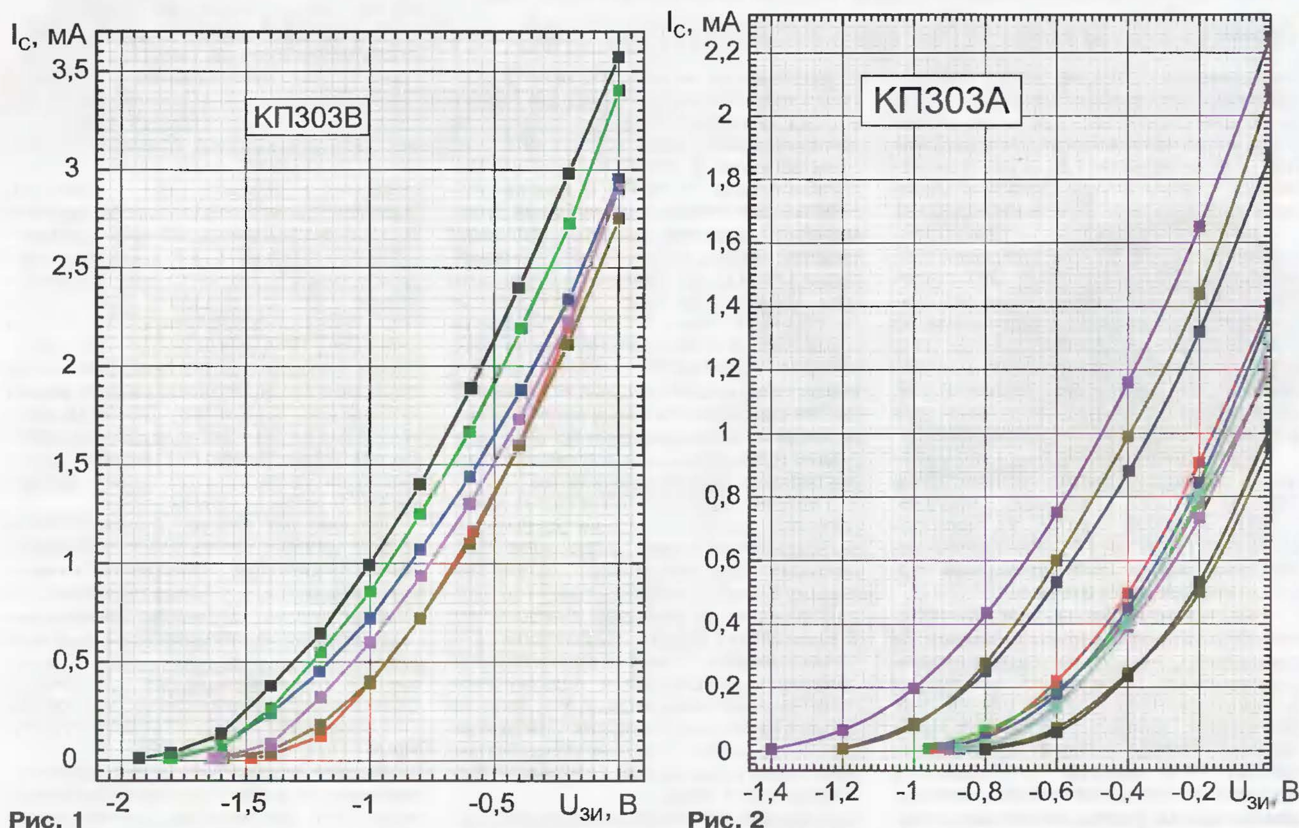


Рис. 1

Рис. 2

Применение ПТ привлекательно с точки зрения минимизации габаритов УК и упрощения конструкции. Их характеристики близки к характеристикам ламп, что делает их пригодными для построения усилителей сигналов небольшой амплитуды, когда нет опасности возникновения тепловых искажений. В то же время число опубликованных УК, выполненных полностью на ПТ, на удивление мало. Из журнальных публикаций можно упомянуть лишь [9]. В Интернете встречаются также описания одной, двух конструкций. Известен, например, УК "Pacific", выполненный на двух ПТ на канал. Его характеристики достигнуты применением зарубежных ПТ 2SK170.

Исходные данные для проектирования были следующие. УК предназначен для работы с магнитной головкой с подвижным магнитом (ММ), должен обеспечивать амплитуду выходного сигнала 200...1000 мВ, быть выполнен по возможности на недорогих отечественных ПТ с каналом n-типа по двухкаскадной схеме без общей ООС. Желательно также уменьшить число конденсаторов в цепи сигнала до минимума, а оксидных — до нуля. Все разделительные конденсаторы и конденсаторы цепей коррекции должны иметь постоянное напряжение поляризации, значительно превышающее амплитуду сигнала, чтобы уменьшить искажения, которые могут возникать из-за смены поляризации в диэлектрике [10]. Наконец, схема УК должна быть максимально простой с целью минимизации числа элементов, через которые проходит сигнал, и иметь батарейное питание. Решено также не использовать истоковые повторители. Были опробованы следующие схемы первого каскада: обычный резистивный каскад с общим истоком (ОИ) и два варианта каскодных схем для минимизации входной динамической емкости. В качестве второго каскада был использован транзисторный аналог известного лампового каскада с динамической нагрузкой (в англоязычной литературе обозначаемого обычно аббревиатурой SRPP) для уменьшения выходного сопротивления и увеличения коэффициента усиления. Между каскадами располагались цепи сосредоточенной пассивной коррекции.

Принципиальные схемы устройств составлены по результатам моделирования в программе *PSpice*, в которую закладывались модели, построенные по данным измерения реальных характеристик имевшихся ПТ. Отметим, что первым шагом перед началом изготовления любого усилителя (и УК в том числе) на ПТ должно быть измерение проходных характеристик всех транзисторов — иначе приемлемого решения невозможно достичь без использования ООС. На **рис. 1** и **2** представлены проходные характеристики нескольких ПТ КП303В и КП303А соответственно.

Характеристики ПТ сняты простым приспособлением, описанным в [11], и представляют собой зависимости тока стока $I_С$ от напряжения затвор—исток $U_{ЗИ}$ при его изменении от нуля до напряжения отсечки (напряжение сток—исток $U_{СИ}$ равно 10 В). По этим характеристикам можно определять их линейность и крутизну в различных рабочих точках. Из рис. 1 видно, что для транзисторов КП303В наилучшим рабочим режимом будет режим с минимально возможным

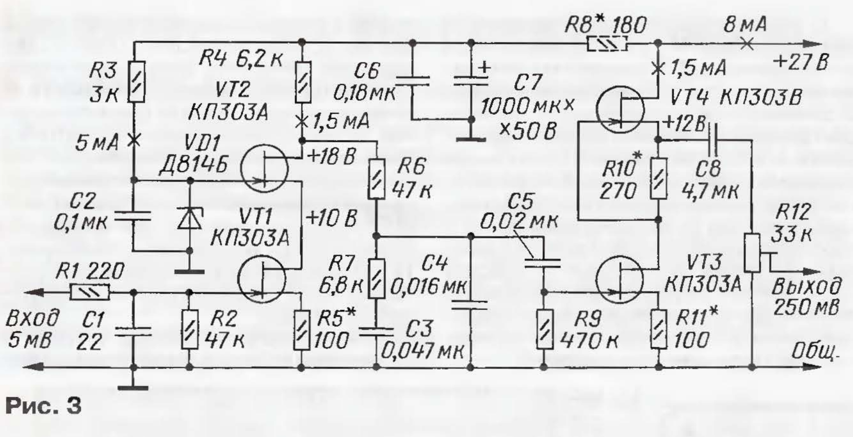


Рис. 3

смещением на затворе (незначительно превышающем максимальную амплитуду входного сигнала): при этом линейность и крутизна максимальны, рабочий ток — в интервале 1,5...3 мА. Как известно, в этом случае близок к минимальному и уровень шумов каскада [12].

Транзисторы КП303А — единственные в серии, у которых нормирован уровень шума на частоте 20 Гц. Он относительно велик — 30 нВ/Гц$^{1/2}$, но это лучшее, что имелось в распоряжении из распространенных отечественных ПТ с каналом n-типа. Для них также выгоден режим с минимальным, около 0,1 В, смещением, вполне достаточным для входных каскадов УК.

Кроме приведенных, были получены также характеристики транзисторов 2SK170, КП307Г, КП302Б, КП302В, КП303Б, КП303Д, КП303Е. УК было решено построить на ПТ, имеющих относительно небольшие начальный ток стока и напряжение отсечки.

Желательно выбирать участки характеристик с минимально возможным смещением, несколько превышающим максимально возможную амплитуду входного сигнала (в этом случае они, как правило, наиболее близки к прямым линиям), откуда следует требование выбора ПТ и подбора по начальному току стока — он должен быть не слишком большим. Режим желательно подбирать так, чтобы при разумных значениях амплитуд сигналов на входах каскадов управляющий p-n-переход ПТ был смещен в обратном направлении.

По результатам моделирования разработана схема УК, представленная на **рис. 3**. В цепь источника сигнала при моделировании включены резистор (500 Ом) и индуктивность (44 мГн), соответствующие параметрам головки Grado ZT+ (на схеме не показаны). Эти параметры довольно сильно влияют на АЧХ всего устройства, поэтому при любой возможности следует попытаться провести моделирование под конкретную головку звукоснимателя. В частности, для указанного типа головок характерен сильный резонанс в районе 30 кГц, обусловленный влиянием собственной индуктивности головки и динамической входной емкости каскада, которая складывается с емкостью монтажа. Кстати, из-за неконтролируемого влияния этих емкостей АЧХ корректора в области высоких частот иногда приобретает довольно причудливую форму. Именно поэтому крайне желательно размещать УК непосредственно под тонармом, как рекомендуется в [11], и не использовать для связи с ним длинные межблочные кабели. Это еще один аргумент в пользу построения малогабаритного УК на ПТ. В данном устройстве для уменьшения влияния динамической емкости (эффект Миллера) входной каскад выполнен по каскодной схеме ОИ—ОЗ, позволяющей уменьшить этот эффект. В каскадах, реализованных по обычной схеме с ОИ, наблюдается изменение высокочастотной части АЧХ, которое приходится компенсировать введением дополнительных RC-цепей. В любом случае настройка тракта по измерительной пластинке является неотъемлемым и обязательным этапом создания высококачественного устройства.

Помимо показанного на схеме входного фильтра R1C1, можно рекомендовать дополнительное включение продольного трансформатора, представляющего собой несколько витков (параллельно в два провода) на небольшом ферритовом кольце диаметром 7—10 мм. Намотку можно выполнить непосредственно проводами подключения головки звукоснимателя к УК, взяв их длину с некоторым запасом. Это дополнительно снизит уровень воздействия высокочастотных помех, которыми богат современный эфир.

С целью стабилизации режима каскада по постоянному току напряжение на затворе транзистора VT2 задано стабилитроном VD1. Тип стабилитрона (Д814Б) определяется требованием минимального динамического сопротивления (в данном случае около 15 Ом при токе 5 мА, с его увеличением сопротивление будет еще ниже) при напряжении стабилизации примерно $U_{пит}/3-U_{см}$, где $U_{пит}$ — напряжение питания, $U_{см}$ — напряжение смещения VT2 (около 0,15 В). Конденсатор, шунтирующий стабилитрон, служит для дополнительного уменьшения шумов.

Параметры элементов каскада выбирают так, чтобы напряжения на нижнем по схеме ПТ и на резисторе в цепи стока верхнего по схеме ПТ составляли примерно по 1/3 $U_{пит}$, т. е. в данном случае около 9 В. Желательно, чтобы верхний по схеме ПТ входного каскада имел такой же или несколько больший (на 10...20 %) начальный ток стока. Ток каскада задается резистором в цепи истока нижнего по схеме ПТ, напряжение на стоке верхнего по схеме ПТ корректируют резистором в цепи его стока. Коэффициент усиления первого каскада составляет около 10. Больший коэффициент усиления нежелателен из-за ухудшения перегрузочной способности на высоких и инфранизких частотах. Опасность перегрузки сигналом инфранизкой частоты можно сильно уменьшить, включив разделительный конденсатор емкостью 0,2 мкФ на входе корректора (подобно тому, как это сделано в [9]), однако в данном устройстве это не сделано, поскольку на таком конденсаторе отсутствовало бы постоянное напряжение. В свете описанного в [10] это нежелательно, особенно с учетом малого уровня сигнала на входе.

С выхода первого каскада сигнал поступает в цепь пассивной коррекции (рис. 3). На схеме указаны стандартные значения номиналов элементов, которые весьма близки к расчетным. Путем несложного подбора можно довольно точно установить оптимальные сопротивления и емкости цепи коррекции. Разумеется, что конденсаторы должны быть с высококачественным диэлектриком (группы К78, К71). Емкость конденсатора C5 соответствует формированию АЧХ по стандарту RIAA-78/IEC. При желании скорректировать АЧХ по стандарту RIAA емкость C5 надо увеличить в несколько раз. Возможны и иные значения номиналов элементов цепей коррекции, например, R6 = 15 кОм, R7 = 3,2 кОм, R9 = 240 кОм, C3 = 0,1 мкФ, C4 = 0,033 мкФ, C5 = 0,033 мкФ. Сопротивление резистора R9 сильно влияет на АЧХ в области низких частот.

По мнению автора, формирование АЧХ УК следует проводить по стандарту RIAA-78, поскольку, к сожалению, множество пластинок, особенно производства СССР, страдают дефектом, именуемым "коробление" и вызывающим сильные низкочастотные помехи, перегружающие УК и вызывающие рост гармонических и интермодуляционных искажений. Сведения о различиях стандартов RIAA и RIAA-78/IEC имеются в [11].

Второй каскад УК является аналогом широко известного лампового каскада SRPP. Достоинство лампового варианта — довольно низкое выходное сопротивление. Транзисторный вариант не дает такого низкого выходного сопротивления, как лампово-триодный, из-за того, что ПТ имеют "пентодные" выходные характеристики и, соответственно, высокое выходное сопротивление. Этот каскад обеспечивает основное усиление по напряжению. Уровень сигнала после цепей коррекции практически такой же, как и на входе первого каскада, поэтому требования к шумовым свойствам ПТ здесь не ослаблены. Выходное напряжение на частоте 1 кГц достигает 250 мВ при входном напряжении 5 мВ.

Нижний по схеме ПТ (КП303А), как и в первом каскаде, работает при минимальном смещении, откуда ясна необходимость его подбора по начальному току стока (1,9...2,2 мА, при R11 = 100 Ом ток каскада — около 1,5 мА). Верхний по схеме ПТ — КП303В. Так как он имеет больший начальный ток стока, номинал резистора в цепи его истока, которым выставляется напряжение около 10...11 В

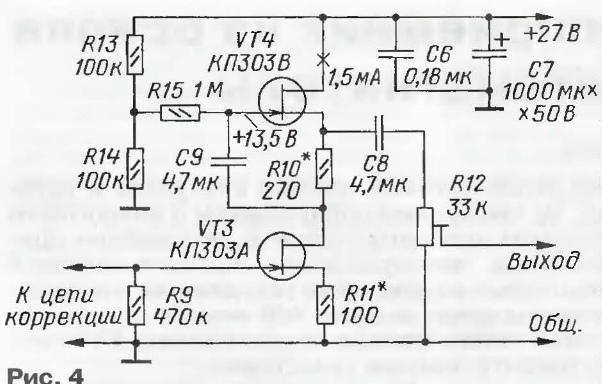


Рис. 4

варьировать, например, изменением сопротивления резисторов в цепях стока ПТ, однако более универсальным решением представляется включение регулятора на выходе. Выходное сопротивление транзисторного аналога SRPP довольно велико — около 40 кОм, поэтому требуются высокое входное сопротивление нагрузки и малая емкость межблочных кабелей, соединяющих выход УК с последующими каскадами усилительного тракта. При введении регулятора это требование становится еще более жестким — емкость кабеля не более 150 пФ.

Напряжение источника питания выбрано таким, чтобы не было превышения максимально допустимых значений напряжения исток—сток используемых ПТ. Кроме того, такое напряжение легко получить от трех аккумуляторных или гальванических батарей 6F22 (типоразмера "Кроны"). При использовании других типов ПТ (а это вполне допустимо с учетом вышеизложенных соображений по выбору режимов их работы) возможно и изменение напряжения питания, а также напряжения стабилизации стабилитрона в первом каскаде. Увеличение напряжения питания позволит путем введения дополнительного балластного резистора добиться более медленной зарядки конденсатора C7 и уменьшить вредное влияние переходного процесса при включении питания УК, а также несколько уменьшить влияние наводок по цепям питания. Следует отметить, что все описанные устройства довольно

на стоке нижнего по схеме ПТ, несколько увеличен (270 Ом). Отметим, что наличие проходных характеристик конкретных ПТ, устанавливаемых в каскад, позволяет довольно точно рассчитать номиналы резисторов и даже избежать их подбора. Платой за упрощение схемы второго каскада являются невысокая термостабильность и некоторое затруднение наладки. Для повышения стабильности каскада схему можно видоизменить, как показано на **рис. 4**. В этом случае, правда, в цепи сигнала появляется дополнительный конденсатор. Поэтому, если устройство предназначено для работы в условиях небольших колебаний температуры, лучше все же использовать схему каскада на рис. 3. Все измерения проводились именно с этим вариантом схемы.

На выходе УК подключен подстроечный резистор для выравнивания усиления двух каналов стереофонического УК, поскольку коэффициенты усиления каналов УК без общей ООС могут различаться между собой. В некоторых пределах усиление каскадов можно, конечно,

чувствительны к таким наводкам — они могут попадать в сигнальную цепь и усиливаться, поэтому батарейное питание в данном случае — наилучший вариант.

ЛИТЕРАТУРА

1. **Павлов В. Н., Ногин В. Н.** Схемотехника аналоговых электронных устройств: Учебник для вузов. 3-е изд. — М.: Горячая линия — Телеком, 2005.

2. **Baxandall P. J.** Audio power amplifier design (Pt. 5, 6). — Wireless World, 1978, № 12, p. 53—56; 1979, № 2, p. 69—73.

3. **Daniel H.** Cheever. Новая методика тестирования аудиоусилителей, основанная на психоакустических данных и обеспечивающая лучшую корреляцию с субъективным качеством звука. — **<http://www.super.odessa.ua/next-tube/ru/articles.php3>**.

4. **Ковалгин Ю. А., Вологдин Э. И.** Цифровое кодирование звуковых сигналов. — С.-Пб.: КОРОНА Принт, 2004.

5. Слуховая система: Сб. статей / Ред. Я. А. Альтман. — Л.: Наука, 1990.

6. **Гельфанд С. А.** Слух: Введение в психологическую и физиологическую акустику. — М.: Медицина, 1984.

7. **Цвиккер Э., Фельдкеллер Р.** Ухо как приемник информации. — М.: Связь, 1971.

8. **Костин В.** Психоакустические критерии качества звучания и выбор параметров УМЗЧ. — Радио, 1987, № 12, с. 40—43.

9. **Орлов В.** Малошумящий предусилитель-корректор. — Радио, 1987, № 12, с. 45.

10. **Лихницкий А. М.** RX-корректор. — **<http://www.aml.nm.ru/articles/rx_corrector.htm>**.

11. **Сухов Н., Байло В.** Высококачественный предусилитель-корректор. — Радио, 1981, № 3, с. 35—38.

12. **Федичкин С.** Полевой транзистор во входном каскаде малошумящего УЗЧ. — Радио, 1988, № 10, с. 30—32.

(Окончание следует)

ОБМЕН ОПЫТОМ

Высоковольтный трансформатор

А. УСКОВ, с. Камень-Рыболов Приморского края

Пытаясь повторить конструкцию блока питания для люстры Чижевского [1], я не смог найти подходящей основы для изготовления высоковольтного трансформатора. Выйти из затруднения помогла ставшая ненужной отклоняющая система отработавшего свой срок телевизора, а точнее, ферритовый магнитопровод от нее.

Как выяснилось позже, в дело годятся магнитопроводы отклоняющей системы разных телевизоров, в том числе и импортных. Лучшие результаты были получены с магнитопроводом, имеющим больший наружный диаметр 78 мм, а меньший наружный — 50 мм.

Сначала обе части магнитопровода склеивают плотно, без зазора, суперклеем или эпоксидным клеем. Излишки клея, выступившие из зазора, лучше не удалять. Затем полученное ферритовое кольцо обматывают изолирующей лентой из фторопласта или лакоткани.

Далее наматывают первичную обмотку, состоящую из 30 витков провода ПЭВ-2 диаметром 0,51—0,8 мм. Витки размещают равномерно по всей окружности магнитопровода. Снаружи первичную обмотку покрывают несколькими слоями изолирующей ленты.



Вторичную обмотку — 1500—2000 витков провода ПЭЛШО 0,1 — наматывают виток к витку на внутренней стороне магнитопровода. Каждый слой обмотки покрывают несколькими слоями тонкой фторопластовой ленты, следя за тем, чтобы витки провода каждого верхнего слоя обмотки были отделены лентой от нижележащего. Места соединения провода в случаях его обрыва обязательно пропаивают и изолируют короткими отрезками изолирующей ленты.

Снаружи готовый трансформатор покрывают расплавленным чистым парафином и обматывают несколькими слоями изолирующей ленты. Вид готового изделия показан на **рисунке**.

Указанные числа витков подобраны опытным путем.

Изготовленные по описанной методике трансформаторы работают надежно, проверены длительной эксплуатацией и обеспечивают на выходе трехступенного умножителя напряжение около 30 кВ. Высокое напряжение на выходе было измерено киловольтметром, собранным по схеме из статьи [2]. При известной осторожности напряжение можно оценить по длине пробиваемого искрой промежутка из расчета 1 мм — 1 кВ. Длина устойчиво пробиваемого промежутка должна быть примерно 25 мм. Если напряжение окажется недостаточным, придется в умножитель добавить еще одну ступень.

ЛИТЕРАТУРА

1. **Иванов Б.** "Люстра Чижевского" — своими руками. — Радио, 1997, № 1, с. 36, 37.

2. **Просянов А.** Блок питания и киловольтметр для "люстры Чижевского". — Радио, 2008, № 1, с. 27, 28.

МОДУЛЬНАЯ РЕКЛАМА

Для Вас, радиолюбители!
РАДИОКОНСТРУКТОРЫ, радиоэлементы, монтажный инструмент и материалы, корпусы. От Вас — оплаченный конверт для бесплатного каталога.
426072, г.Ижевск, а/я 1333.
www.rtc-prometej.narod.ru
тел./факс (3412) 36-04-86.

* * *

ARDUINO, FREEDUINO, SEEEDUINO MEGA,
платы расширений (shields), макетки, роботы и многое другое.
WWW.KIBORGOV.NET
Прием заказов: (495)766-8310, **sales@kiborgov.net**
Доставка курьером по Москве, почтой по России.
ЦЕНА НА SEEEDUINO MEGA СНИЖЕНА НА 20%!

* * *

"ПОЗЫВНОЙ+"
ПРЕДЛАГАЕТ РАДИОНАБОРЫ:
РН-1/АМ р/ст. на 160 м
РН-3 КВ SSB р/ст. на 160, 80 м
РН-7 КВ SSB р/ст. на 160, 80, 40, 20 м
РН-9 частотомер
РН-13 ЧМ р/ст. на 2 м
РН-15 СИНТЕЗ р/ст. на 9 диап.
Программируем м/сх.
603163, г. Н. Новгород, а/я 49.
Тел. (831) 417-88-04,
прямой 410-14-75
www.**pozyvnoi.ru**
E-mail: **pozyvnoi@mail.ru**

* * *

ТОЛЬКО ЛУЧШИЕ КОНСТРУКЦИИ
Светодиодные фонари и светильники. Программаторы AVR и PIC, цифровая и аналоговая звукотехника, теле- и радиопередатчики, бытовая электроника, комплектующие.
Большой ассортимент готовых изделий и модулей.
Для заказа каталога — чистый конверт с обратным адресом.
115201, Москва, а/я 4.
www.new-technik.ru

* * *

Высылаем почтой радиолюбительские наборы, радиодетали.
Каталог бесплатный. Конверт с обратным адресом обязателен.
E-mail: **ppelecom@udm.ru** .
426034, Ижевск, а/я 3503.

* * *

Контрольный приемник коротковолновика — цифровой всеволновый DEGEN DE1103 — 3800 рублей.
Описание здесь:
http://www.dessy.ru .
Заказывать здесь: 107113, г. Москва, а/я 10.
E-mail:**post@dessy.ru**,
Тел. (495) 543-47-96;
8 (985) 366-87-86.

УКВ радиоприемник на основе тюнера автомагнитолы

Т. НОСОВ, г. Саратов

Стремительное развитие бытовой техники коснулось и автомобильных магнитол. На смену радиоприемникам с аналоговым управлением и кассетным проигрывателям в автомобили пришли цифровые приемники, проигрыватели компакт-дисков и флеш-носителей. Некоторые из морально устаревших или неисправных автомагнитол содержат модуль УКВ тюнера с аналоговой настройкой. На базе такого тюнера можно сделать УКВ приемник с высокими потребительскими качествами.

Предлагаемый приемник собран на основе тюнера автомобильной магнитолы и содержит синтезатор частоты и ЖК индикатор. Он обеспечивает прием сигналов УКВ ЧМ радиостанций в диапазоне 75...108 МГц как моно-, так и стереопилот-тоном. Шаг перестройки — 0,05 МГц, напряжение питания — 10...12 В, потребляемый ток — 75 мА. Приемник имеет линейный выход, к которому подключают вход стереофонического УЗЧ.

Основой приемника является промышленный тюнер от морально устаревшей или неисправной автомагнитолы. Он представляет собой законченное устройство, включающее в свой состав узлы радиочастотной части AM и FM диапазона, стереодекодер, шумоподавитель и некоторые другие.

Сначала следует определить, какой тюнер сможет работать в предлагаемой конструкции. При кажущейся сложности выяснить это просто. Конечно, можно попытаться найти в Интернете схему автомагнитолы. Однако гораздо проще

Обозначение	Назначение
GND (либо корпус тюнера)	Общий (минусовая линия питания)
VCC, FM VCC, FM/AM VCC	Плюсовая линия питания
ANT, FM ANT	Антенна
FM VT, VT, TV	Управление частотой гетеродина
OSC, FM OSC, VCO	Выход частоты гетеродина
L, L CH, L OUT	Выход аудио левого канала
R, R CH, R OUT	Выход аудио правого канала
ST	Вкл./выкл. режима стерео
MUTE	Вкл./выкл. звука

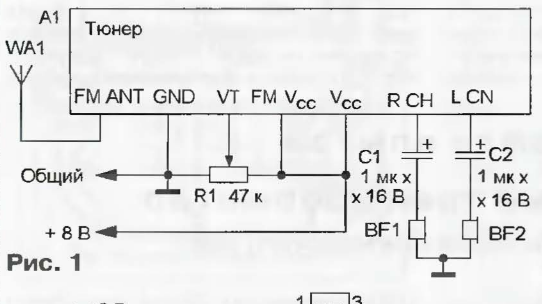


Рис. 1

рассмотреть маркировку на плате тюнера или на плате автомагнитолы в местах пайки разъема (соединительной "гребенки"). В **таблице** приведены известные автору варианты обозначений выводов тюнера, которые необходимо задействовать. Первые семь выводов представляют принципиальную значимость для возможности использования

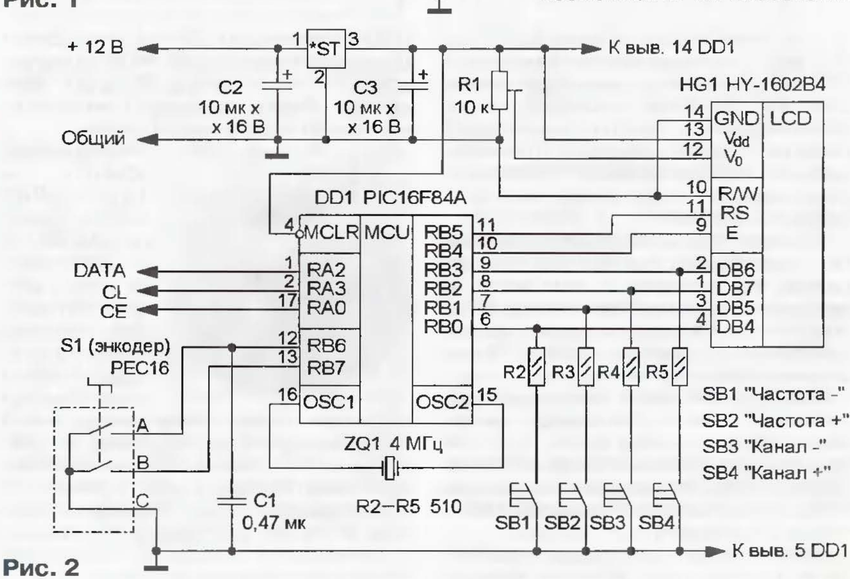


Рис. 2

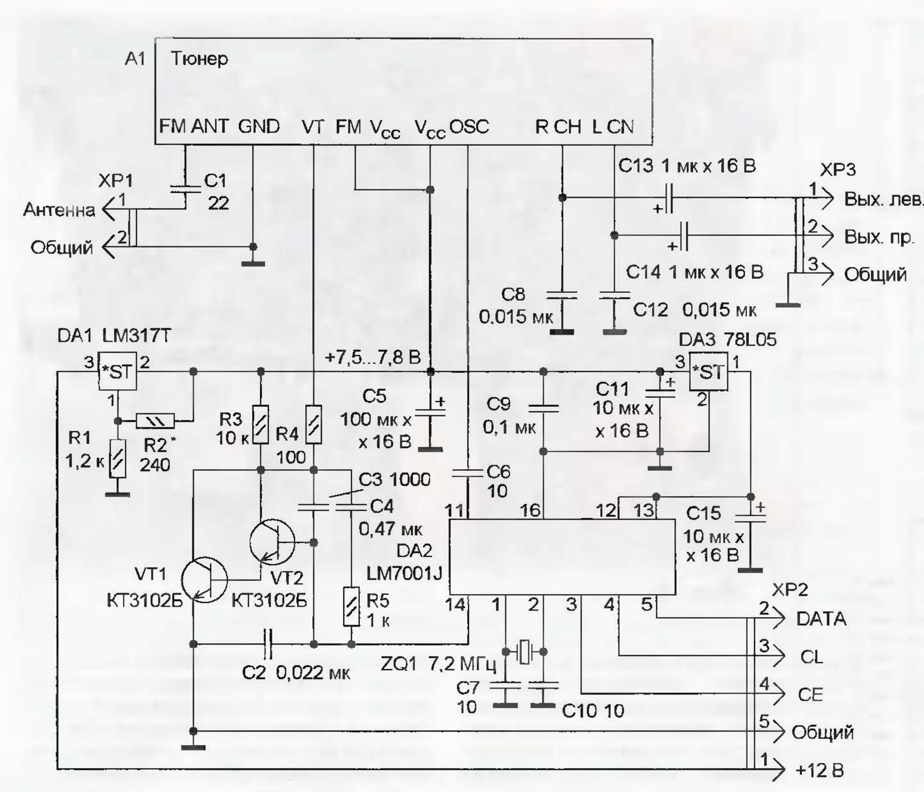


Рис. 3

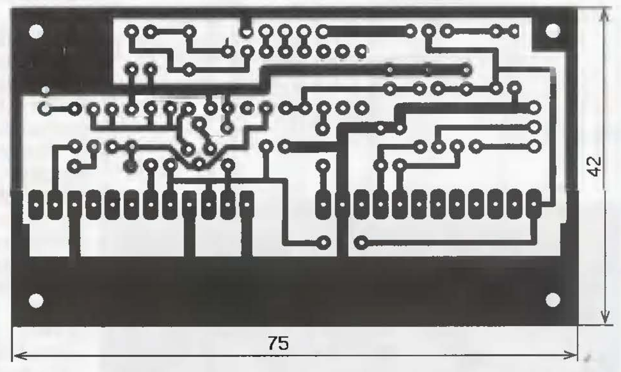


Рис. 4

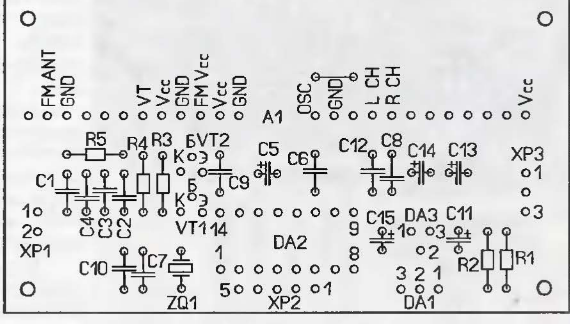


Рис. 5

тюнера в конструкции. Остальные могут иметь опциональный характер и в некоторых тюнерах отсутствовать. Наличие выводов с маркировкой обозначений TV (VT, FM VT) и OSC (FM OSC, VCO) — признак подходящего тюнера.

Прежде чем применить тюнер в устройстве, его следует проверить на работоспособность. Для этого его включают в соответствии со схемой, показанной на **рис. 1**. Сопротивление переменного резистора может быть в пределах 10...100 КОм. В качестве антенны использован отрезок провода длиной около 40 см, конденсаторы — оксидные, головные телефоны — обычные от плейера. С минусовой линией питания следует соединить все выводы, обозначенные как GND. С плюсовой — все линии, обозначенные как VCC (кроме вывода AM VCC, если таковой имеется). Напряжение питания должно быть в интервале 7...9 В.

Переменным резистором осуществляют настройку на радиостанции. Даже в таком простом включении можно прослушать эфир. Если тюнер работоспособен, продолжают изготовление радиоприемника. Вероятно, не все смогут приобрести промышленный тюнер от автомагнитолы. Но конструкция предлагаемого приемника этим не ограничивается. Вполне допустимо применить самодельный тюнер, описание которого приведено в [1]. Помимо тюнера радиоприемник содержит синтезатор частоты, объединенный с ним в один общий узел, а также узел управления, содержащий микроконтроллер, ЖК индикатор, кнопки и энкодер для настройки и управления.

Конструктивно радиоприемник состоит из двух частей — блока управления и ВЧ блока. Основа блока управления (**рис. 2**) — микроконтроллер DD1 PIC16F84A. В соответствии с заложенной в него программой он управляет синтезатором частоты и выводит информацию на ЖК индикатор HG1. Перестройку по частоте или изменение номера канала осуществляют с помощью кнопок SB1—SB4 и механического инкрементирующего энкодера SA1.

В ВЧ блоке, схема которого показана на **рис. 3**, кроме тюнера применен синтезатор частоты на микросхеме LM7001J [2, 3]. Напряжение питания тюнера и синтезатора частоты стабилизировано микросхемными стабилизаторами DA1 и DA3. Сигнал гетеродина тюнера с вывода OSC через разделительный конденсатор C6 поступает на вход фазового детектора синтезатора частоты DA2. На выходе фазового детектора (вывод 14) формируется сигнал управления, поступающий на ФНЧ, собранный на транзисторах VT1 и VT2, с выхода которого через резистор R4 он поступает на вывод VT тюнера. Изменение напряжения на этом выводе приводит к перестройке по частоте тюнера. Прием осуществляется на антенну — отрезок провода длиной 40 см, который подключают к контакту 1 гнезда XS1.

Программно в радиоприемнике реализована память на 20 каналов. Кнопками SB3 "Канал –" и SB4 "Канал +"

Прием статей: mail@radio.ru тел. 607-88-18
Вопросы: consult@radio.ru

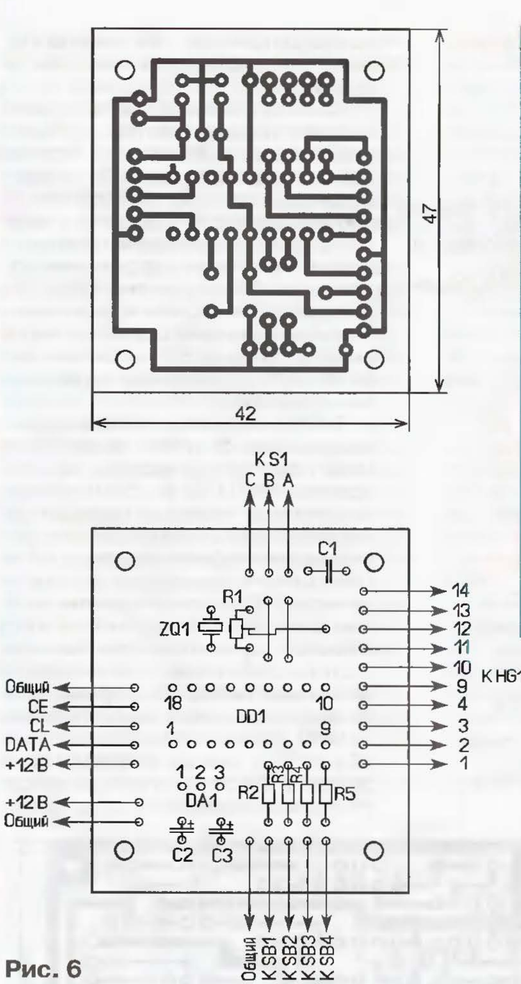


Рис. 6

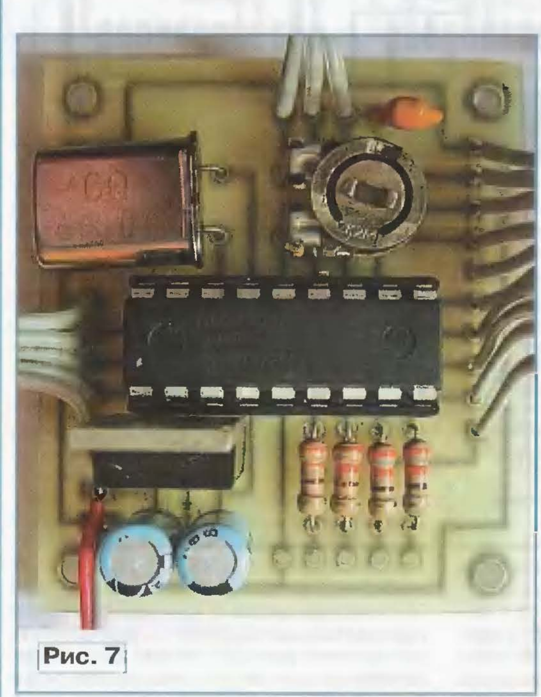


Рис. 7

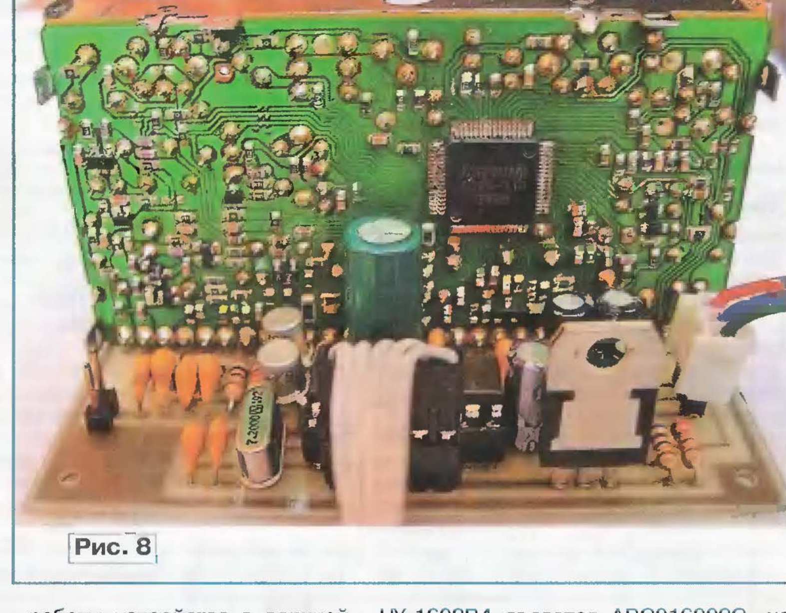


Рис. 8

выбирают номер канала, а кнопками SB1 "Частота –" и SB2 "Частота +" или энкодером S1 устанавливают частоту настройки этого канала. В процессе работы устройства в верхней строке индикатора (**рис. 4**) отображаются номер выбранного канала и частота настройки, в нижней — стилизованный указатель частоты настройки, который перемещается при перестройке по частоте. Все настройки автоматически сохраняются при выключении питания, а при его включении устанавливается канал, который был перед выключением.

Все детали, кроме ЖК индикатора, кнопок и энкодера, монтируют на печатных платах ВЧ блока (**рис. 5**) и блока управления (**рис. 6**). Их изготавливают из односторонне фольгированного стеклотекстолита толщиной 1,5...2 мм любым доступным способом, например, с помощью пленочного фоторезиста [4]. Сначала монтируют проволочные перемычки, а затем остальные элементы. Внешний вид смонтированных плат показан на **рис. 7** и **рис. 8**. Платы устанавливают в корпус подходящего размера. Для антенны и индикатора делают соответствующие отверстия в корпусе, а для подключения к усилителю ЗЧ требуются экранированные провода.

Применены постоянные резисторы С2-23, Р1-4, подстроечный — СП3-38А, оксидные конденсаторы — импортные, остальные — керамические К10-17, номиналы резисторов и конденсаторов в блоке управления могут отличаться от указанных в пределах ±20 %. Стабилизатор 7805 заменим на КР142ЕН5А, LM317T — на стабилизатор КР142ЕН12. Транзисторы можно применить любые серии КТ3102. Полным аналогом ЖК индикатора типа HY-1602B4 является ABC016002G, но можно применить аналогичные ЖК индикаторы 2×16 (2 строки по 16 знакомест) на основе контроллеров HD44780 или KS0066, но следует учитывать, что они могут иметь другую цоколевку.

Без изменения схемы и печатной платы возможно применение микроконтроллера PIC16F628A (для него имеется соответствующая программа). В этом случае кварцевый резонатор в блоке управления не устанавливают, поскольку микроконтроллер работает от встроенного тактового генератора. Применен инкрементирующий энкодер PEC16, его возможная замена — энкодеры PEC12, PEC11. Кнопки — любые малогабаритные с самовозвратом, например TS-A6PG-130. В авторском варианте применен тюнер MITSUMI FAE377. В качестве усилителя мощности можно применить активные компьютерные колонки или другой подходящий УЗЧ.

Налаживания устройство не требует, но в случае необходимости напряжение питания тюнера (7,5...7,8 В) можно установить подборкой сопротивления резистора R2 на плате ВЧ блока.

ЛИТЕРАТУРА

1. **Носов Т.** УКВ ЧМ радиоприемник с синтезатором частоты. — Радио, 2010, № 6, с. 16—18.

2. **Рябов С., Хлоповских С.** Синтезатор частоты для радиовещательного приемника УКВ. — Радио, 2007, № 3, с. 19—21.

3. **Темерев А.** Микросхемы серии LM7001 для синтезатора частот (Справочный листок). — Радио, 2003, № 4, с. 49, 50.

4. **Шмарин И.** Изготовление печатной платы с помощью пленочного фоторезиста. — Радио, 2009, № 5, с. 28.

***От редакции**. Программы для микроконтроллеров находятся на нашем FTP-сервере по адресу <ftp://ftp.radio.ru/pub/2010/09/fm_radio.zip>.*

Осциллографическая приставка к компьютеру

Ю. МАРТЫНЮК, г. Затобольск, Казахстан

Предлагаемая осциллографическая приставка к персональному компьютеру предназначена для исследования формы сигналов и измерения их основных параметров, она подключается к его COM-порту и имеет гальваническую развязку.

Технические характеристики

Число каналов .1
Верхняя частота полосы пропускания (по уровню −3 дБ), МГц 4,5
Входная емкость, пФ 20
Входное сопротивление, МОм .1,2...2,4
Максимальное входное напряжение, В 10
Максимальная частота дискретизации, МГц 20
Объем памяти, отсчетов 400
Разрядность АЦП, бит 6
Синхронизация . . . . .внутренняя (реализована программно)
Масса, кг 1,7

Схема приставки показана на **рис. 1**, она содержит управляемый делитель входного напряжения A1, входной усилитель A4, основной модуль A2 с АЦП и микроконтроллером, модуль гальванической развязки A5 и блок питания A3. Исследуемый сигнал через входное гнездо XW1 поступает на делитель напряжения A1 [1], схема которого показана на **рис. 2**. Возможна установка одного из шести коэффициентов передачи: 1/2; 1/3; 1/10; 1/30; 1/100 и 1/300. При разомкнутых контактах переключателя SA2 (см. рис. 1) на вход делителя A1 поступает только переменная составляющая входного сигнала.

Верхним плечом делителя служат резистор R1 и конденсаторы C1, C2. Нижнее плечо устанавливают включением одного из реле K1—K5, соответствующие контакты которого подключают одну из RC-цепей (R2C4, R4C5C6, R7C7, R9C8 и R11C9). Так происходит выбор одного из пяти пределов измерения. На

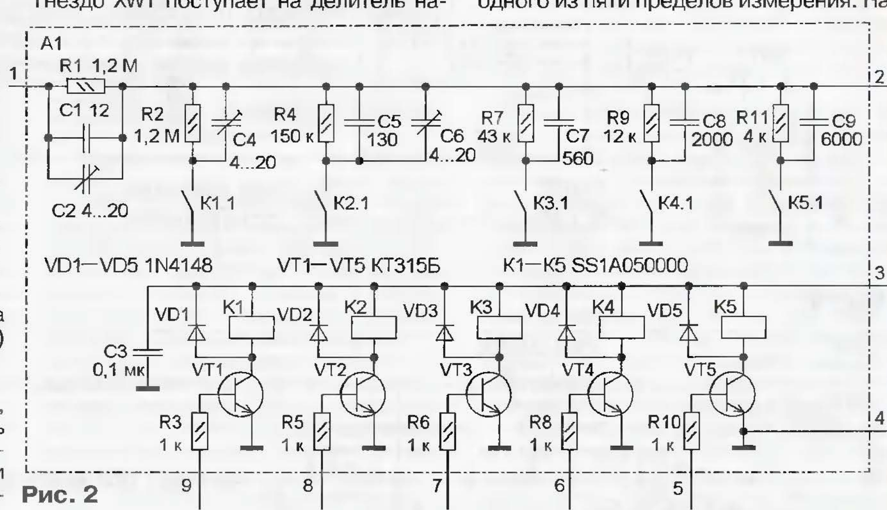


Рис. 2

Рис. 1

шестом, самом чувствительном, контакты реле K1—K5 разомкнуты и нижним плечом делителя служат входные сопротивление и емкость усилителя A4. Питающее напряжение на реле поступает через ключи на транзисторах VT1—VT5, на базы которых через резисторы R3, R5, R6, R8, R10 поступают управляющие сигналы с выходов микроконтроллера, расположенного на плате основного модуля A2. Диоды VD1—VD5 защищают транзисторы от выбросов напряжения на обмотках реле при их выключении. При включении устройства устанавливается коэффициент деления 1/300.

С выхода делителя A1 исследуемый сигнал поступает на входной усилитель A4, схема которого показана на **рис. 3**. Он выполнен на быстродействующем ОУ DA1, вход которого защищают диоды

Рис. 3

Прием статей: mail@radio.ru тел. 608-83-05
Вопросы: consult@radio.ru

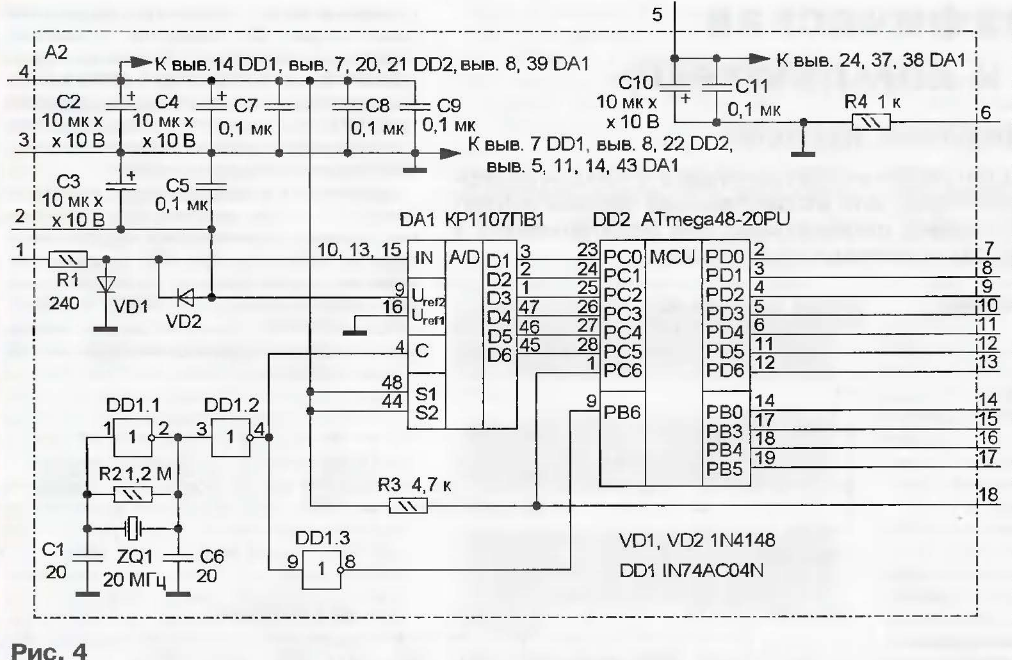


Рис. 4

Рис. 5

VD1 и VD2. Конденсатор C5 и резистор R2 задают входные сопротивление и емкость усилителя. ОУ DA1 использован в неинвертирующем включении с коэффициентом усиления, равном тридцати, который задан резисторами R3 и R4. Поскольку примененный АЦП работает с сигналом, напряжение которого должно находиться в интервале −2...0 В, входной сигнал сдвинут в область минусовых напряжений, что реализовано подачей на верхний по схеме вывод резистора R3 напряжения смещения, которое снимается с делителя напряжения, состоящего из резистора R1 и резисторов, подключенных между контактами 5 и 7 усилителя A4 (резисторы R1—R3 на рис. 1).

С выхода усилителя A4 (контакт 6) сигнал поступает на вход основного модуля A2 (**рис. 4**), содержащего АЦП DA1 и микроконтроллер DD2. Цепь R1VD1VD2 ограничивает напряжение на входе АЦП DA1 до уровней, не выходящих за пределы образцового напряжения. С выходов D1—D6 АЦП DA1 код поступает на линии PC0—PC5 микроконтроллера DD2, который осуществляет их обработку, запоминание и передачу в компьютер согласно записанной в его ПЗУ программе. Тактовый сигнал частотой 20 МГц поступает на АЦП и микроконтроллер от генератора, собранного на элементе DD1.1, частота которого стабилизирована кварцевым резонатором ZQ1. Элемент DD1.2 является буферным, а DD1.3 — дополнительным инвертором для обеспечения поступления тактовых сигналов на АЦП и микроконтроллер в противофазе, чтобы момент чтения данных микроконтроллером совпадал с моментом готовности данных в буферном регистре АЦП.

Связь приставки с компьютером осуществляется по интерфейсу RS-232 с помощью модуля гальванической развязки A5, схема которого показана на **рис. 5**. Элементы логических микросхем DD1 и DD2 являются буферными, микросхема DD3 преобразует уровни сигналов ТТЛ в соответствующие им уровни сигналов интерфейса RS-232 и обратно. Собственно гальваническая развязка реализована на оптронах U1 и U2. Микросхемы DD2 и DD3, а также все связанные с ними элементы питаются от отдельного источника, содержащего стабилизатор напряжения DA1 и мостовой выпрямитель на диодах VD1—VD4, напряжение на который поступает от трансформатора T2 (см. рис. 1). Остальные узлы приставки питаются от блока питания (**рис. 6**), содержащего два мостовых выпрямителя на диодах VD1—VD4, VD5—VD8 и стабилизаторы выходного напряжения +5 В на микросхеме DA1, −6 В — на микросхеме DA2 и −2 В — на микросхеме DA3.

Налаживание всех узлов желательно проводить последовательно друг за другом, подключая очередной узел, когда предыдущие уже налажены. Начинают с блока питания, при этом точное значение выходного напряжения −6 В (вывод 5) добиваются подборкой резистора R2, а −2 В (вывод 7) — подборкой резистора R4, напряжение на выводе 8 должно быть +5 В.

После этого приступают к налаживанию модуля гальванической развязки, временно устанавливают перемычку между его выводами 2 и 8, к нему под-

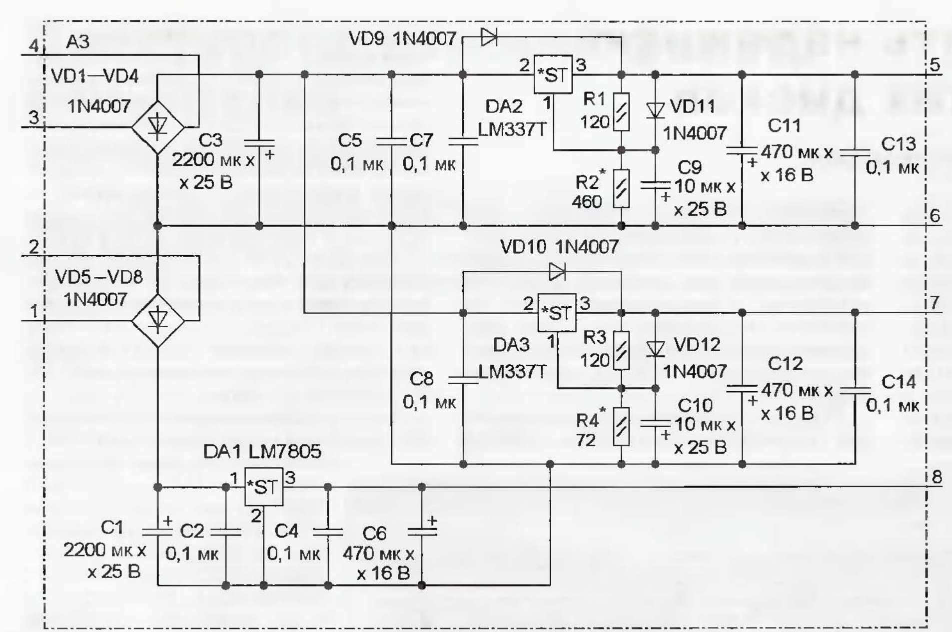


Рис. 6

ключают вилку XP2 и соединяют его с COM-портом компьютера. Запускают на компьютере любую терминальную программу, например **TeraTerm Pro**, позволяющую отправлять и принимать строки символов через COM-порт и настраивают ее на обмен с соответствующим портом со скоростью 57600 Бод. Попытайтесь отправить строку символов — она должна "вернуться".

Затем налаживают основной модуль. На плату монтируют все элементы, кроме АЦП DA1, подключают светодиод HL1, соединяют плату с модулем гальванической развязки, подключают к гнезду XS1 программатор и программируют микроконтроллер DD2. При этом устанавливают его конфигурацию: OSCCAL — B4h, CKDIV — 1, CKOUT — 1, SUT — 2, CKSEL — 0, RSTDISBL — 1, DWEN — 1, WDTON — 1, EESAVE — 1, BODLEVEL — 7, SELFPRGEN — 1. Отключают питание, подключают устройство к COM-порту компьютера, запускают терминальную программу и настраивают ее на скорость обмена 57600 Бод с восемью битами данных, одним стоп-битом, отключенным контролем четности и без контроля потока. Подают питающее напряжение, при этом светодиод HL1 должен кратковременно вспыхнуть, что свидетельствует о правильной работе программы МК, а в компьютер — поступить строка символов **"Y.Martyniuk Oscilloscope ver1.0"**.

Входной усилитель и делитель напряжения начинают работать сразу, если монтаж выполнен правильно. Возможно, потребуется провести частотную коррекцию переключаемых делителей, изменяя емкость подстроечных конденсаторов. Удобнее всего выполнять эту операцию, подав на вход устройства прямоугольные импульсы частотой несколько сот килогерц, добиваясь наиболее точного отображения их формы на экране монитора.

Сначала выполняют коррекцию на пределах 2 В/дел. (замкнуты контакты реле K5.1), 0,67 В/дел. (замкнуты контакты K4.1) и 0,22 В/дел. (замкнуты контакты реле K3.1) конденсатором C2 на плате делителя напряжения A1. Затем — на пределе 0,02 В/дел. (контакты всех реле разомкнуты) конденсатором C5 на плате усилителя A4, на пределе измерения 0,033 В/дел. (замкнуты контакты реле K1.1) — конденсатором C4 на плате делителя напряжения A1, и завершают настройку на пределе 0,067 В/дел. конденсатором C6 на этой же плате.

(Окончание следует)

МОДУЛЬНАЯ РЕКЛАМА

ИНТЕРНЕТ-МАГАЗИН "ДЕССИ" предлагает:

Лучшие наборы "Мастер КИТ":

— **EK-39** — чудо КИТ. Электронный конструктор для детей от 5 до 12 лет, 39 схем — 690 руб.

— **EK-35** — чудо КИТ. Электронный конструктор для детей от 4 до 9 лет, 35 схем — 410 руб.

— **EK-9889** — ЧУДО КИТ. Электронный конструктор для детей от 5 до 14 лет, 9889 схем — 2040 руб.

— Измеритель мощности электроэнергии **MT4011**— 988 руб.

— Ручка-массажер **MT1011** — 533 руб.

— Шагомер с анализатором жировой ткани **MT4060** — 395 руб.

— Электронный безмен **MT4020** — 488 руб.

— Цифровой USB-термометр **MP707** — 520 руб.

— Датчик движения **MP3100** — 673 руб.

— GPS-возвращатель **MT3030** — Одно нажатие кнопки — и он запомнит точку, где Вы сейчас находитесь, и при необходимости приведет Вас к этому месту кратчайшим путем — 1683 руб.

— **MT6080** — Цифровая авторучка — 3366 руб.

— **MT6022** — Оптическая мышь на палец — 505 руб.

— Импульсный микропроцессорный металлоискатель "КОЩЕЙ-5И" **BM8042** — 1276 руб.

— Селективный металлоискатель "КОЩЕЙ" **BM8043** — 8794 руб.

— Универсальный импульсный металлоискатель "КОЩЕЙ-5ИМ" **BM8044** — 3576 руб.

— **USB-осциллограф BM8020** — 2103 руб.

— Цифровой запоминающий USB-осциллограф **BM8021** — 8415 руб.

— Набор деталей **EXTRA-PIC-KIT** для сборки программатора EXTRA-PIC — 650 руб.

— Внутрисхемный отладчик устройств на PIC-контроллерах **MICD2-MC1** (аналог MPLAB-ICD2) — 1700 руб.

— **Адаптер K-линии BM9213** для подключения персонального компьютера через **USB** к диагностическому каналу (K- или L-линии) электронного блока управления (ЭБУ) автомобиля с целью диагностики и управления его функциями — 880 руб.

— **Адаптер K-линии NM9213** (набор для сборки) для подключения персонального компьютера через **COM-порт** к ЭБУ автомобиля — 552 руб.

— Переходник USB в COM **BM8050** для ПК — 420 руб.

— Двухдиапазонный частотомер **BM8010** — 1893 руб.

— Видеорегистратор **BM9225** позволяет записывать поступающее к нему видеоизображение, выводить его на подключенные мониторы, передавать по сети — 2435 руб.

— FM-трансмиттер **MK400** — 505 руб.

— GSM-сигнализацию **BM8038** — 1144 руб.

— **Цифровую шкалу** трансивера — 850 руб.

— Набор **"Частотомер 10 Гц — 250 МГц"** — 550 руб.

— SD/USB/HDD Мультимедиаплеер с HDMI выходом **BM500** — 1895 руб.

— **BM9010** — USB внутрисхемный программатор AVR микроконтроллеров — 662 руб.

Каталог **"Наборы Мастер КИТ" + CD** высылается в вашем конверте с марками на 25 рублей!

Описание и характеристики смотрите на http://www.dessy.ru

Всегда в продаже наборы деталей для самостоятельной сборки, корпусы, радиодетали, материалы и оборудование для пайки.

107113, г. Москва, а/я 10. Заказы принимаются по бесплатному междугородному многоканальному телефону: 8-800-200-09-34 с 9-00 до 17-30 MSK, по e-mail post@dessy.ru или на сайте www.dessy.ru.

Эти и многие другие наборы, узлы и модули для радиолюбительского творчества, а также книги вы можете приобрести по адресу: магазин "Техническая книга" на территории книжной ярмарки г. Люберцы (МО), ул. Волковская, дом 67. Тел. 8 (915) 069-06-88.

Как обеспечить надежную работу жестких дисков

А. БУТОВ, с. Курба Ярославской обл.

Один из методов восстановления работоспособности жестких дисков с поврежденными секторами описан в статье Д. Петрянина "Восстановление жесткого диска" ("Радио", 2010, № 4, с. 25, 26). Суть его в создании нескольких логических разделов диска таким образом, чтобы поврежденные секторы оказались сосредоточенными лишь в небольшом числе разделов (предпочтительно — в одном из них). В дальнейшем "плохие" разделы не используются. Этот метод дает желаемый результат, но имеется, к сожалению, несколько нюансов, которые обязательно нужно учитывать.

Прежде всего, чтобы обойти неисправные секторы, вовсе не обязательно делить диск на разделы особым образом. Достаточно средствами ОС выполнить полное, а не быстрое форматирование каждого раздела или всего диска. После этого "плохие" секторы останутся видны средствам диагностики, но операционная система больше не станет использовать их для хранения информации. Еще лучше выполнить низкоуровневое аппаратное форматирование жесткого диска с помощью специальной программы, которую можно найти на интернет-сайте его производителя. "Плохие" секторы станут недоступными как операционной системе, так и диагностическим программам.

Однако практическая ценность всех известных методов "лечения" близка к нулю. Дело в том, что накопители на жестких магнитных дисках (НЖМД) информационной емкостью 40 Гбайт и более содержат так называемую резервную область памяти, из которой встроенный в НЖМД контроллер диска при необходимости автоматически берет исправные секторы, заменяя ими поврежденные. Все это происходит на аппаратном уровне, и ни операционная система, ни утилиты диагностики этого постоянно идущего процесса не замечают.

Когда резервная память исчерпана и контроллер не может более подменять секторы, диагностическая программа начинает сообщать о сбоях. НЖМД к этому времени уже безнадежно болен, а его деградация продолжается, набирая скорость. Новые дефекты вовсе не обязательно появляются рядом со старыми — они возникают в разных местах, и нет никакой гарантии, что "хорошие" разделы вскоре вновь не придется делить на исправные и неисправные части. На практике это означает, что после восстановления любым методом интенсивно работающий НЖМД прослужит недолго.

Практика показывает, что до появления существенных проблем НЖМД способны проработать 30...50 тыс. ч (3...6 лет непрерывно). Узнать, сколько времени НЖМД уже отработал, можно с помощью утилиты HD Tune Pro, которую (в том числе 15-дневную демонстрационную версию) можно найти на интернет-сайте **www.hdtune.com**. Открыв вкладку Health окна этой программы, увидим таблицу, подобную изображенной на **рис. 1**. В ее строке Power On Hours Count находится интересующий параметр — суммарная продолжительность работы диска в часах. При выделении этой строки значение наработки будет выведено и в нижней части окна, причем не только в часах, но и в сутках. С помощью этой же утилиты, открыв закладку Error scan (**рис. 2**), можно проверить диск на наличие неисправных секторов. Следует быть готовым к тому, что полная проверка НЖМД большой информационной емкости может занять несколько часов.

HD Tune Pro 4.01 - Hard Disk Utility
File Help
WDC WD10EADS-00P8B0 (1000 gB) 36°C Exit
File Benchmark | Disk monitor | AAM | Random Access | Extra tests
Benchmark | Info | Health | Error Scan | Folder Usage | Erase

ID	Current	Worst	Threshold	Data	Status
(01) Raw Read Error Rate	200	200	51	0	ok
(03) Spin Up Time	183	181	21	5841	ok
(04) Start/Stop Count	100	100	0	184	ok
(05) Reallocated Sector Count	200	200	140	0	ok
(07) Seek Error Rate	100	253	0	0	ok
(09) Power On Hours Count	100	100	0	429	ok
(0A) Spin Retry Count	100	100	0	0	ok
(0B) Calibration Retry Count	100	100	0	0	ok
(0C) Power Cycle Count	100	100	0	141	ok
(C0) Power Off Retract Count	200	200	0	18	ok
(C1) Load Cycle Count	198	198	0	8296	ok
(C2) Temperature	114	110	0	36	ok
(C4) Reallocated Event Count	200	200	0	0	ok
(C5) Current Pending Sector	200	200	0	0	ok
(C6) Offline Uncorrectable	200	200	0	0	ok

Description: Number of hours in power-on state: 429 (17 days)
Status: ok

Рис. 1

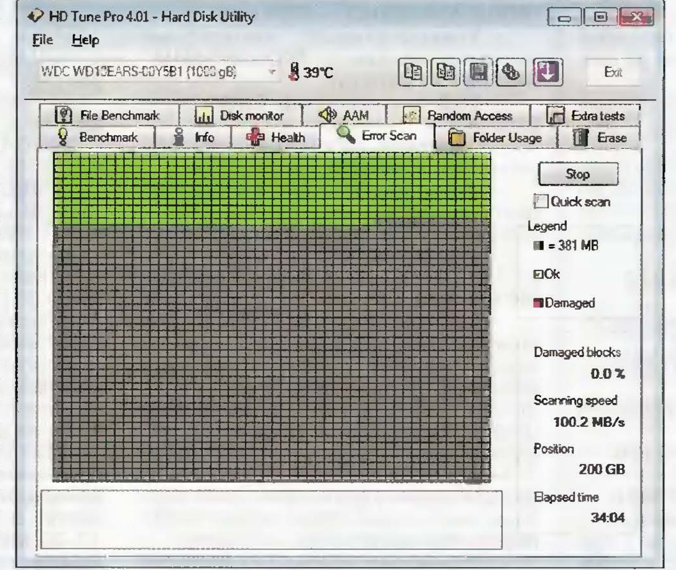


Рис. 2

Если проведенная диагностика говорит о наличии неисправных секторов, а гарантийный срок (у современных НЖМД — не менее трех лет) еще не истек, нужно попытаться вернуть накопитель продавцу. Как уже было сказано, восстанавливать его практически бессмысленно из-за неизбежных повторных отказов. Когда гарантия закончилась или если продавец и авторизованный сервисный центр недоступны, поторопитесь вывести из постоянной эксплуатации еще работающий НЖМД, на котором появились плохие секторы. Такой НЖМД небольшой информационной емкости, скопировав с него всю ценную информацию, лучше выбросить или использовать только для экспериментов.

Проблемный НЖМД большой емкости может быть применен как внешнее резервное хранилище информации. Для этого его следует поместить в специальный контейнер, оборудованный скоростным интерфейсом (USB-2.0, IEEE-1394, e-SATA-2) для подключения к компьютеру. Работая по нескольку минут в день, НЖМД прослужит еще много лет. Но все-таки его нежелательно использовать для хранения и переноса с компьютера на компьютер важной информации, внезапная утрата может привести к тяжелым последствиям.

Как правило, даже из полностью "убитого" НЖМД удается специальными методами извлечь значительную долю хранившихся файлов. Но почти всегда стоимость такой работы в несколько раз больше цены нового НЖМД, к тому же более емкого и быстрого.

НЖМД, отработавший 30... 50 тыс. ч, но еще не имеющий видимых диагностическими программами дефектов, также целесообразно прекратить активно использовать и превратить, как описано выше, во внешний накопитель информации, подключаемый к компьютеру по мере необходимости и на короткое время.

Сегодня стоимость хранения 1 Гбайт информации на жестком диске емкостью 900 Гбайт и более стала меньше, чем стоит хранение такого же количества информации на DVD-R, DVD+R и, тем более, на дорогих DVD-RAM. Полторы тысячи часов высококачественного видео умещаются на одном жестком диске весом в 650 г вместо нескольких килограмм, требующихся для этого DVD. При наличии высокоскоростного безлимитного Интернета резервные копии сотен и тысяч гигабайт информации можно хранить и в бесплатных файлохранилищах.

По моему мнению, в преждевременном появлении в НЖМД дефектов в подавляющем большинстве случаев виноваты сами пользователи компьютеров, реже — их сборщики. Основные негативные факторы: высокая температура диска из-за плохого охлаждения, удары, перемещение и попытки наклонить корпус работающего компьютера. Быстро вращающийся диск подобен гироскопу, стремящемуся сохранить свое положение в пространстве вопреки желанию пользователя поставить компьютер поудобнее. Опасна и создаваемая дешевыми или неоднократно отремонтированными вентиляторами вибрация корпуса компьютера.

Значительно снижает надежность магнитного диска неоптимальное размещение информации на нем. Это приводит к частым перемещениям головок записи/воспроизведения на большие расстояния. Уменьшить амплитуду перемещений можно, создав на диске несколько разделов и каждые 1—3 месяца производя дефрагментацию хранящейся в них информации. Программ-дефрагментаторов известно много, но единственно "правильной" автор считает O&O Defrag (**www.oo-software.com**), окно которой показано на **рис. 3**.

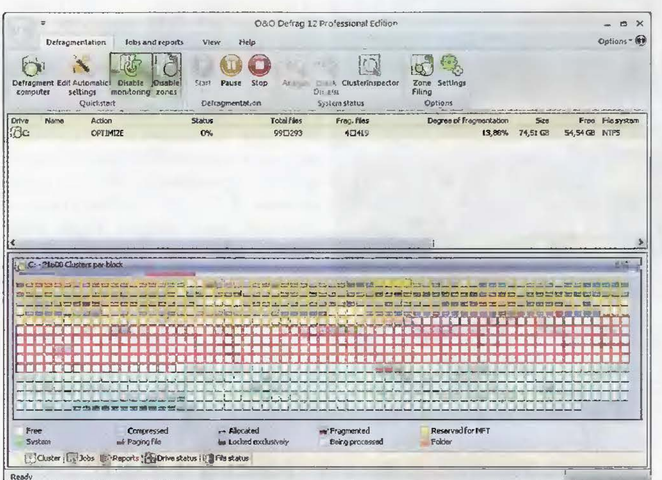


Рис. 3

Для домашнего компьютера с НЖМД на 1000 Гбайт можно рекомендовать такие размеры разделов: 24...48 Гбайт для операционной системы и установленных программ, 300 Гбайт для установленных игр; все остальное — для кинофильмов, музыки, рабочих документов, дистрибутивов игр и программ. Если в компьютере установлены два НЖМД, не объединенных в RAID-массив, и правильно организована работа с ними, это ощутимо увеличит не только среднюю скорость пересылки информации, но и продолжительность беспроблемной эксплуатации НЖМД.

Например, занимаясь видеообработкой, исходную видеоинформацию следует располагать на одном физическом жестком диске, а результаты ее обработки — на другом, разделив тем самым операции чтения и записи. Это исключит значительные перемещения головок при переходах от чтения к записи и обратно и не только увеличит скорость работы с десятками гигабайт видеоинформации, но и значительно уменьшит износ обоих дисков.

Отдавая НЖМД или весь компьютер в ремонт, всегда записывайте серийные номера НЖМД и других имеющих такие номера комплектующих. Известны случаи подмены ремонтниками малоработавших НЖМД такими же (или похожей модели), почти выработавшими свой ресурс. Степень "именитости" сервисного центра не гарантия, что этого не произойдет.

Описание устройства
WDC WD10EADS-00L5B1 (WD-WCAU4D731413)
WDC WD5000AAKB-00H8A0 (WD-WCASY3401584)
WDC WD7501AALS-00J7B0 (WD-WMATV2635969)

Рис. 4

Прочитать серийный номер НЖМД можно не только на его этикетке, которую можно переклеить, но и программным способом. Например, с помощью уже упоминавшейся утилиты HD Tune или популярной программы диагностики компьютера Everest (бывшей Aida). На интернет-сайте **www.lavalys.com** можно получить ее демонстрационную версию. Во фрагменте окна этой программы, изображенном на **рис. 4**, имеются сведения о типах и серийных номерах (в скобках) трех установленных в компьютере НЖМД.

Сегодня продаются в основном НЖМД четырех производителей: Western Digital, Seagate, Samsung и Hitachi. По моим наблюдениям, наименее надежны НЖМД Hitachi SMART. Некоторые из них отказывают уже в первые месяцы эксплуатации. К сожалению, продуктами именно этой фирмы из-за их низкой цены профессиональные сборщики компьютеров любят комплектовать свои изделия. Поэтому рекомендую собирать компьютеры самостоятельно и только из известных высокой надежностью компонентов. ■

МОДУЛЬНАЯ РЕКЛАМА

Условия см. в "Радио", 2010, № 8, с. 3

Издательство "Наука и Техника" высылает книги наложенным платежом:

Шмаков С. Энциклопедия радиолюбителя. Современная элементная база, 384 стр. — 208 руб.

Партала О. Справочник по ремонту бытовых электроприборов + CD, 400 стр. — 274 руб.

Корякин-Черняк С. Спутниковое телевидение от А до Я, 416 стр. — 197 руб.

Справочник по цветовой, кодовой маркировке и взаимозаменяемости компонентов, 320 стр. — 208 руб.

Акция месяца

Белов А. Создаем устройства на микроконтроллерах серии AVR, 304 стр. — 142 руб.

Белов А. Самоучитель по микропроцессорной технике, 256 стр. — 131 руб.

Белов А. Микроконтроллеры AVR в радиолюбительской практике, 352 стр. — 186 руб.

При заказе до 15 октября трех книг вместе цена комплекта — 299 руб.

Компьютерная литература

Антоненко М. "Толстый" самоучитель работы на компьютере с XP, Vista и Windows 7, 560 стр. — 186 руб.

Компьютер: практическая энциклопедия от ComputerBild (+DVD с 300 программами), 528 стр. — 351 руб.

Лапунов А. Интернет. Самоучитель, 224 стр. — 142 руб.

Цены указаны без учета почтовых расходов.

Звоните: 8-812-412-70-25.
Пишите: **admin@nit.com.ru**
192029, г. С-Петербург, а/я 44
Подробно о книгах
на www.nit.com.ru

* * *

Р/детали отеч. и имп. 9000 типов, книги, компьютеры, ПО.

Ваш конверт. 190013, С.-Петербург, а/я 93, Киселевой.

* * *

Курсы дистанционного обучения программированию микроконтроллеров. Лабораторные платы и программаторы для PIC, AVR, ARM LPC2148. Конструкторы для сборки и готовые сигнализации GSM.

Разработка электронных устройств и программ на заказ.

E-mail: **radio73@rambler.ru**,
micro51@mail.ru
www.electroniclab.ru
Тел. 8-912-619-5167 (с 07.00 до 18.00 моск. вр.).

* * *

Интернет-магазин электронных компонентов "МСТ Кварц". Просто, быстро, удобно, выгодно. Наличная и безналичная оплата заказов. Доставка в любые города России и ближайшего зарубежья.

Телефон/факс: (495)665-61-40.
WEB сайт: **www.mstquartz.ru**

Отладочная плата FastAVR

С. БОРИСОВ, г. Узловая Тульской обл.

Разъем XP5 служит для подключения к плате FastAVR распространенных символьных ЖКИ с встроенными контроллерами. Фактически это двухрядный 34-контактный разъем IDC-34MS, но используются только 14 из 17 контактов одного ряда. Их номера, показанные на схеме, не соответствуют стандартным для этого разъема, но совпадают с номерами выводов наиболее распространенных ЖКИ. Наличие такого разъема позволяет воспользоваться для связи с индикатором стандартным компьютерным 34-проводным плоским кабелем, предназначенным для соединения привода гибких дисков с материнской платой. В отверстия интерфейсных контактных площадок ЖКИ вставлена и припаяна к ним 14-контактная штыревая колодка. На нее надевают один разъем плоского кабеля, а второй вставляют в разъем XP5. Контакты XT1—XT11 соединяют с выводами портов микроконтроллера в соответствии со схемой включения ЖКИ в отлаживаемом устройстве. Плата с подключенным индикатором показана на **рис. 5**.

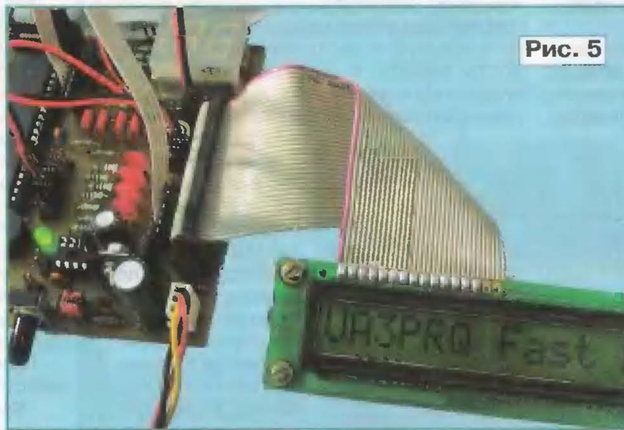


Рис. 5

Описанная методика подключения ЖКИ сравнительно сложна, но удобна тем, что индикаторы разных типов, имеющие одинаковую цоколевку, можно быстро менять, не рискуя перепутать порядок соединения их выводов с портами микроконтроллера. Подстроечный резистор R23 служит регулятором контрастности.

Звуковой сигнализатор HA1 — электромагнитный излучатель сопротивлением 80 Ом, найденный на материнской плате компьютера. Диод VD1 подавляет выбросы напряжения самоиндукции, возникающие на обмотке сигнализатора при ее питании импульсным напряжением. Уменьшать сопротивление резистора R22, чтобы повысить громкость звука, не следует. Это приведет к перегрузке выхода микроконтроллера.

Небольшой совет. Не забывайте в конце программной процедуры генерации звукового сигнала подать команду, устанавливающую низкий уровень на выходе PD7 микроконтроллера. Если уровень здесь оставить высоким, ток через излучатель HA1 продолжит течь и в паузах между сигналами, что приведет и к общему повышению потребления энергии микроконтроллером.

Схема внешних интерфейсов отладочной платы изображена на **рис. 6**. К разъему XS1 можно подключить компьютерную клавиатуру или "мышь", а разъем XS2 соединить с COM-портом компьютера. Микросхема DA1, включенная по типовой схеме, согласует уровни сигналов RS-232 и микроконтроллера. Перемычки S8—S10 представляют собой ограниченные контактными площадками тонкие участки печатных проводников, которые можно перерезать, если возникнет необходимость использовать в отлаживаемом устройстве не только информационные, но и управляющие сигналы интерфейса RS-232.

Окончание.
Начало см. в "Радио", 2010, № 9

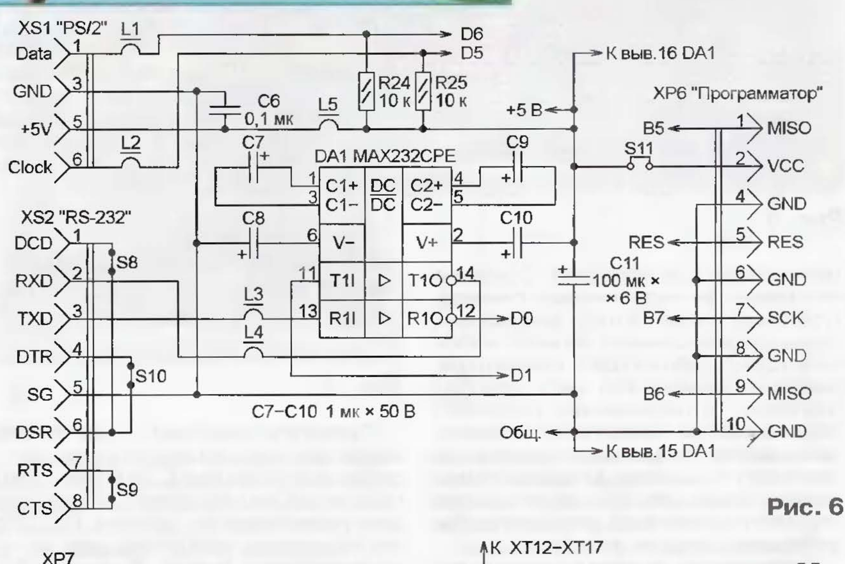


Рис. 6

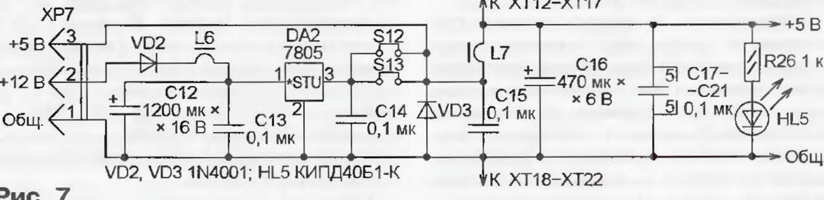


Рис. 7

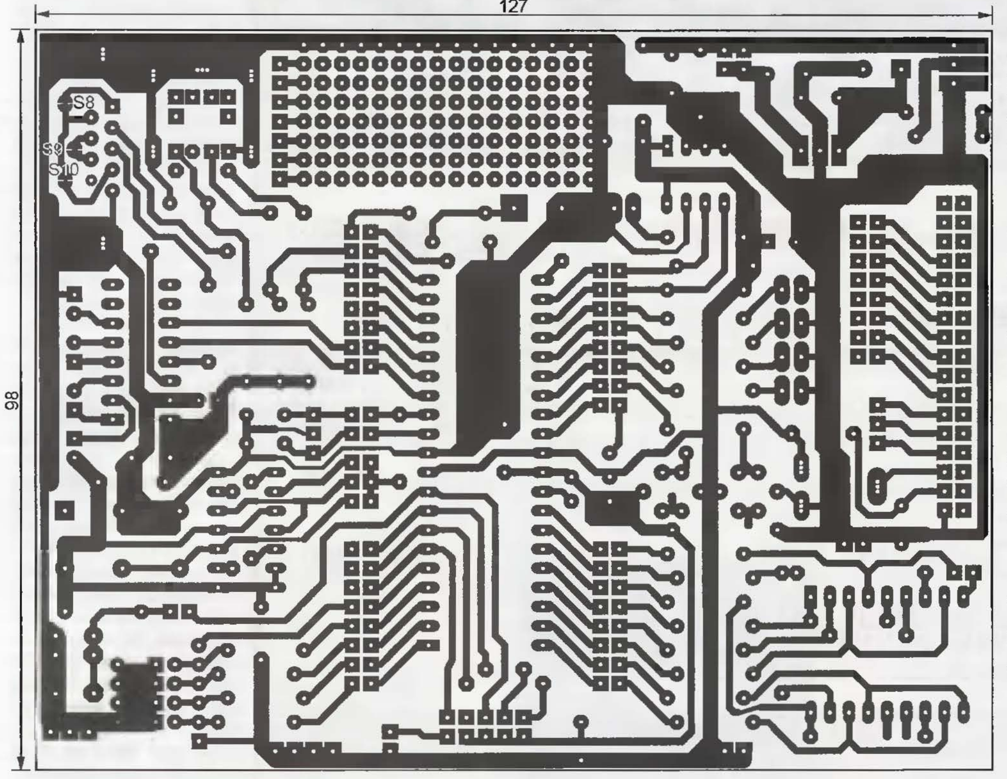
Дроссели L1—L5 подавляют высокочастотные помехи. Это — надетые на провода небольшие ферритовые трубки. Такие легко найти на компьютерных платах.

Чтобы загрузить в установленный на плате FastAVR микроконтроллер коды программы, разъем XP6 соединяют с программатором. На время работы с ним перемычку S1 (см. рис. 1) рекомендуется снять, отключив этим имеющуюся на плате цепь начальной установки микроконтроллера. Если программатор имеет собственный источник питания, необходимо снять перемычку S11. Когда она установлена, программатор питается от отладочной платы.

Я использовал программатор, аналогичный STK-200. Его схему и чертеж печатной платы можно найти на рис. 8 и 9 в [2]. В этом программаторе всего одна микросхема КР1564АП5 (74HC244AN), подключают его к порту LPT компьютера. Устанавливать в программаторе кварцевый резонатор нет необходимости, он имеется на отладочной плате. При работе с этим программатором и программой PonyProg (**www.lancos.com**) на компьютере с процессором Core2Duo+, чипсетом i965 и операционной системой Windows XP SP3 никаких проблем не возникло.

Схема узла питания отладочной платы показана на **рис. 7**. На контакт 3 разъема XP7 от внешнего источника можно подать стабилизированное напряжение +5 В. Перемычки S12, S13 обязательно должны быть сняты. Если имеется источник постоянного напряжения 9...16 В, его плюсовой вывод соединяют с контактом 2 того же разъема и устанавливают перемычки S12, S13. В этом случае внешнее стабилизированное напряжение +5 В не требуется, его получают с помощью интегрального стабилизатора DA2.

Когда светодиодный индикатор HG1 не используется и к плате не подключены какие-либо потребляющие большой ток внешние устройства, температура корпуса стабилизатора DA2 невелика. Если же, несмотря на наличие тепло-



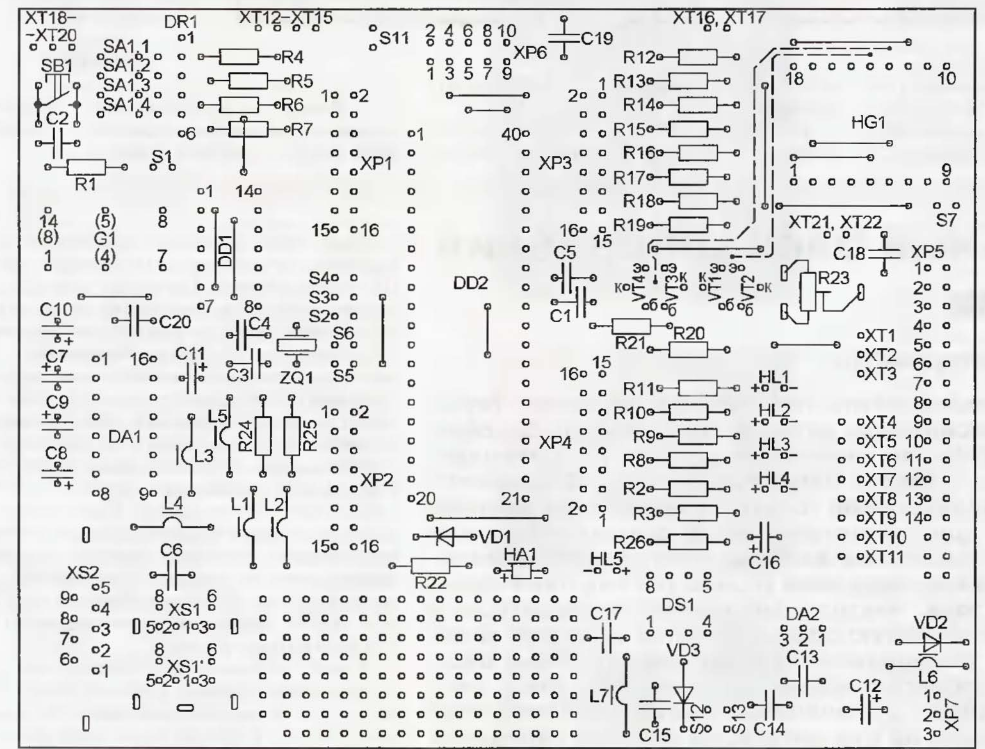


Рис. 8

отвода, стабилизатор сильно нагревается, рекомендуется перейти на питание от внешнего достаточно мощного источника напряжения 5 В. О наличии напряжения питания сигнализирует светодиод HL5.

Диоды VD2 и VD3 защищают от неправильной полярности подключения источника питания. Дроссели (ферритовые трубки) L6 и L7 подавляют высокочастотные помехи. Установленные в различных местах платы контакты XT12—X17 (+5 В) и XT18—XT22 (общий) позволяют питать напряжением 5 В различные внешние устройства. Кроме того, к контактам XT18—XT22 удобно подключать общий провод измерительных приборов.

Чертеж печатной платы изображен на **рис. 8**. Она односторонняя из фольгированного стеклотекстолита толщиной 1,5 мм. Обратите внимание, что две изображенные штриховыми линиями перемычки из изолированного провода устанавливают со стороны печатных проводников. Остальные делают из провода без изоляции и располагают со стороны деталей. Для микросхем DA1, DD1, DD2, DS1 и светодиодного индикатора HG1 на плате установлены панели, что позволяет при необходимости быстро заменять эти элементы. При отсутствии ферритовых трубок вместо дросселей L1—L7 можно установить перемычки.

Рядом с разъемом XS1 имеется посадочное место для еще одного такого же разъема, обозначенного XS1'. Хотя его выводы никуда не подключены, это позволяет без проблем установить здесь снятую с компьютерной материнской платы сдвоенную розетку MDN-6F. Разъем XS2 — розетка DB-9F.

Штыревые колодки XP1—XP4, штыри XT1—XT22 и предназначенные для установки перемычек S1—S7, S11—S13 изготовлены из двухрядных разъемов серии PLD или однорядных серии PLS. Чтобы получилось нужное число контактов, от них отделены отрезки соответствующей длины или добавлены отрезки с недостающими контактами.

Обратите внимание, что рядом с контактными площадками для штырей XT4—XT11 имеются свободные контактные площадки. Это позволяет установить здесь двухрядную штыревую колодку, не подверженную "расшатыванию" при частых перекоммутациях. О разъеме XP5 (IDC-34MS) было сказано ранее. Разъем XP6 (для программатора) — десятиконтактный той же серии (IDC-10MS). Трехконтактный разъем питания XP7 снят с материнской платы, где он использовался для подключения вентилятора. Это сняло проблему поиска ответной части разъема, нужной для подключения к плате источника питания.

В нижней (по чертежу) части платы имеется заполненное контактными площадками прямоугольное поле — резерв для размещения всевозможных дополнительных элементов, которые могут потребоваться в процессе отладки. На изготовленной мною плате здесь был

Рис. 9

установлен, например, переменный резистор номиналом 22 кОм. На него было подано напряжение +5 В, а снимаемое с движка регулируемое использовалось для проверки АЦП микроконтроллера.

Интерфейс RS-232 очень удобно использовать при отладке, дополнив отлаживаемую программу модулем, посылающим необходимую информацию через USART микроконтроллера. Запустив на компьютере, с COM-портом которого соединен разъем XS2 отладочной платы, терминальную программу, можно наблюдать на экране принимаемые сообщения.

Я использовал программу Terminal v1.9b, которую можно найти в Интернете с помощью любой поисковой системы. Окно этой программы с примерами сообщений, принятых от отлаживаемого устройства и переданных ему, показано на **рис. 9**. Для нормального отображения русского текста необходимо, нажав на экранную кнопку "Set font", выбрать в открывшемся окне шрифт — Arial, начертание — обычный размер — 8, набор символов — кириллический.

ЛИТЕРАТУРА

2. **Долгий А.** Программаторы и программирование микроконтроллеров. — Радио, 2004, № 2, с. 51, 52; № 3, с. 51, 52.

Универсальный блок управления тиристорами

А. ПОНОМАРЕВ, г. Екатеринбург

Журнал "Радио" неоднократно публиковал описания тиристорных регуляторов мощности, работающих либо по фазоимпульсному методу, либо по числопериодному (включением тиристоров в моменты нулевого напряжения сети). В большинстве таких устройств реализовано только ручное регулирование мощности в нагрузке при отсутствии входа внешнего сигнала управления, который необходим для построения автоматических систем поддержания на заданном уровне тех или иных параметров: напряжения, тока, частоты вращения, температуры и т. д. Схемные решения зачастую ориентированы на использование тиристора только определенного вида. Между тем в ряде практических задач требуется гибкий управляющий узел, свободный от перечисленных ограничений. Автор публикуемой ниже статьи представляет на суд читателей один из вариантов именно такого блока.

Предлагаемый блок управления тиристорами позволяет реализовать оба метода управления, причем для изменения режима работы достаточно лишь сменить программу микроконтроллера. Блок может управлять тиристорами с рабочим током от единиц до сотен ампер при токе открывания до 2 А для тринисторов и до 4 А для симисторов. Для их надежного открывания использован режим "гарантированного" включения, когда открывающие импульсы повторяются многократно. Если тиристор в силу каких-либо причин не открылся первым импульсом, он откроется одним из последующих.

Зависимость угла открывания от входного управляющего напряжения (0...+5 В) линейна. Так как входная цепь гальванически не связана с сетью, три подобных блока, управляемых одним сигналом, могут быть объединены в систему управления трехфазным тиристорным преобразователем. Цифровой способ формирования временных интервалов гарантирует их точность, стабильность, а также идентичность параметров нескольких устройств без какой-либо подстройки. Блок может работать также в режиме переключения тиристоров в моменты нулевого напряжения сети не только с резистивной нагрузкой, но и с трансформаторной при любом заданном уровне мощности (10 дискретных уровней).

К недостаткам устройства можно отнести использование в нем трансформатора питания, увеличивающего стоимость блока в целом, и нереализованный режим работы с электронно-оптическими коммутаторами тока нагрузки (МТОТО, 5П103ТТ и др.).

Схема логического узла блока представлена на **рис. 1**. Применение восьмиразрядного микроконтроллера DD1 позволило создать в определенной степени универсальное устройство, реализующее оба алгоритма управления, применяемых в тиристорных регуляторах мощности с использованием раз-

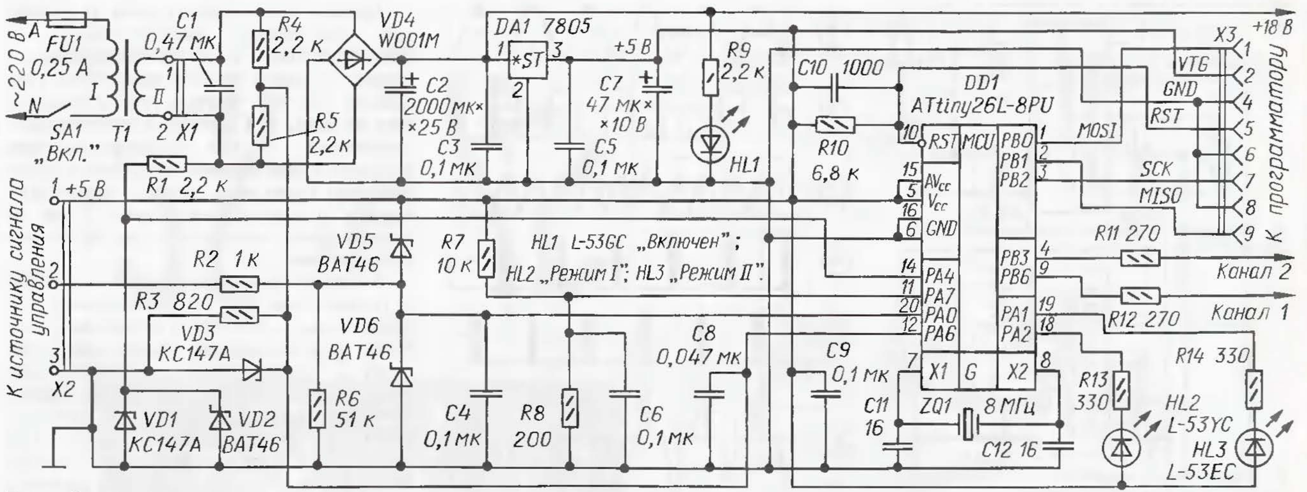


Рис. 1

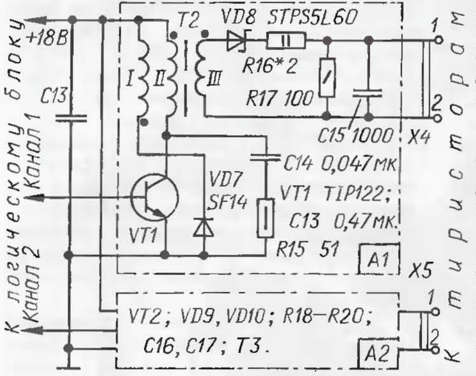


Рис. 2

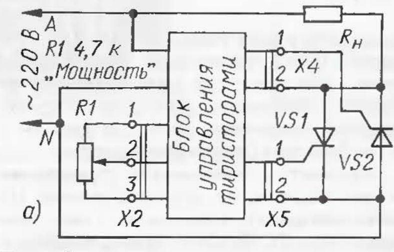
личных полупроводниковых коммутаторов.

Внешний сигнал управления подают на выводы 2 (плюс) и 3 (минус) разъема X2 на рис. 1. Анализируя сигналы со вторичной обмотки трансформатора T1, а также оцифровывая с помощью внутреннего АЦП входное напряжение управления, поступающее с разъема X2, микроконтроллер формирует в зависимости от заданного режима работы два импульсных сигнала управления идентичными транзисторными усилителями, схема одного из которых показана на **рис. 2**.

Однотактный трансформаторный усилитель обеспечивает необходимый ток управляющего электрода тиристоров, а также гальваническую развязку от питающей сети. Для повышения КПД устройства в целом в трансформаторы введена дополнительная размагничивающая обмотка I. При закрывании транзистора VT1 часть накопленной в трансформаторе T2 (T3) энергии рекуперируется через эту обмотку обратно в источник питания. Введение этой обмотки увеличивает размах индукции в магнитопроводе трансформатора, что позволяет уменьшить его массу и габариты.

Положительным эффектом применения размагничивающей обмотки является также ограничение броска напряжения на коллекторе транзистора при его закрывании до значения, не превышающего удвоенного напряжения питания. Но для этого необходимо обеспечить минимальную индуктивность рассеяния обмоток I и II, намотав их в два провода.

Схемы подключения к блоку двух тринисторов или симистора приведены на **рис. 3**,а и б. В случае применения симистора может быть использован либо только один из усилителей, либо оба вместе для увеличения тока управления (дополнительные соединения в таком включении на схеме показаны штриховыми линиями).



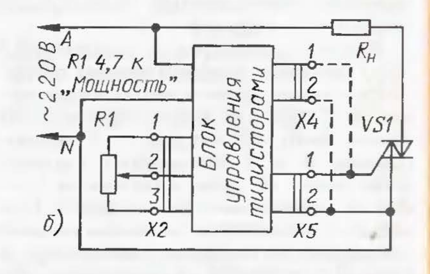


Рис. 3

Для регулирования мощности в трехфазной нагрузке требуются три логических блока, включенных по схеме на **рис. 4**. Здесь в качестве примера регулирующими элементами служат симисторы VS1—VS3. Уровень выходной мощности задают переменным резистором R1, общим для всех трех логических блоков. В их микроконтроллеры записана одна и та же программа, соответствующая выбранным виду регулирующего элемента и режиму работы. Различий в программах для однофазного и трехфазного режимов нет.

Работу устройства удобно рассмотреть с помощью осциллограмм 1—9, показанных в едином масштабе времени на **рис. 5**. На осциллограмме 1 — напряжение вторичной обмотки трансформатора. Подключенная к ней цепь R1VD1VD2 (см. рис. 1) выполняет однополупериодное выпрямление и ограничение по амплитуде сигнала (осциллограмма 2). Импульсный сигнал с частотой 50 Гц поступает на вход PA4 микроконтроллера для определения тринистора, на который будут поданы импульсы управления в последующий полупериод. Это позволяет подавать напряжение управления на тринисторы только в течение их рабочего полупериода.

На осциллограмме 3 изображено напряжение с резистивного делителя R3—R5. Пульсирующее выпрямленное напряжение с частотой 100 Гц поступает на вход (PA6) аналогового компаратора микроконтроллера, где сравнивается с напряжением, снимаемым с делителя R7R8 (100 мВ), подаваемым на другой вход (PA7) компаратора. Напряжение с делителя R3—R5 становится меньше напряжения с делителя R7R8 около точки перехода напряжения сети через "нуль" в каждый полупериод питающей сети. В этом случае происходит срабатывание компаратора, и микроконтроллер получает сигнал об окончании одного полупериода и начале очередного.

В этот момент при работе в фазоимпульсном режиме происходит запуск внутреннего АЦП микроконтроллера и измерение входного напряжения управления, задающего уровень мощности в нагрузке. Оно пересчитывается в длительность паузы, после которой микроконтроллер начинает формировать пачку импульсов управления тиристорами. Таким образом, угол включения тиристоров будет пропорционален входному напряжению управления.

тел. 607-88-18
Прием статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru

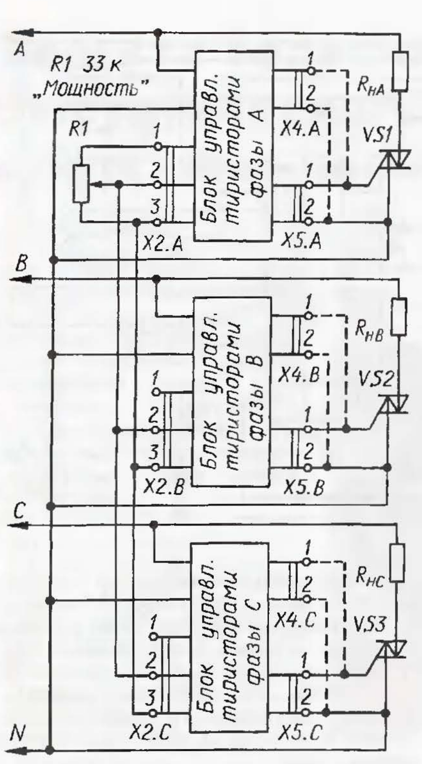


Рис. 4

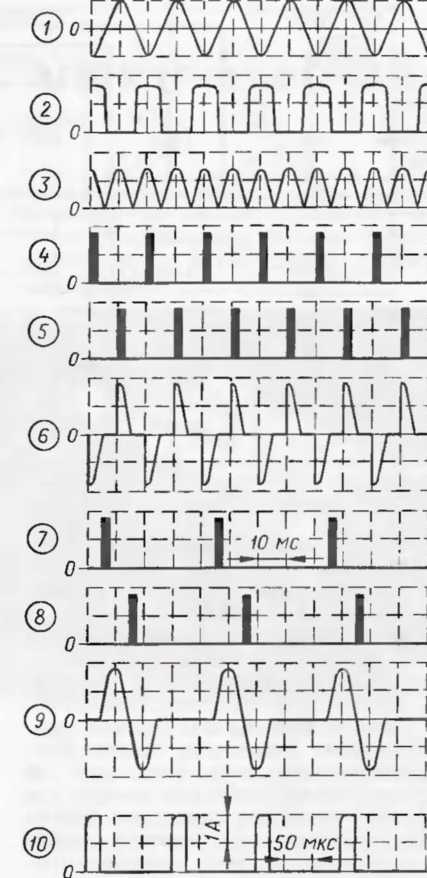


Рис. 5

Для надежного включения тиристоров микроконтроллер формирует пачку импульсов управления продолжительностью около 2 мс. Такая длительность выбрана из соображений надежности включения прибора, с одной стороны, и экономии потребляемой устройством мощности — с другой.

Работа устройства в фазоимпульсном режиме с использованием тринисторов представлена осциллограммами 4—6 при пятидесятипроцентном уровне выходной мощности. Осциллограммы 4 и 5 показывают сигналы управления по двум каналам, а 6 — форму напряжения на нагрузке. При работе с симистором в данном режиме чередования выходных импульсов в каждый полупериод не происходит, оба канала при этом работают синхронно, что позволяет увеличить ток управления параллельным включением выходных усилителей. При работе блока в числопериодном режиме открывание тиристоров происходит при относительно небольшом напряжении на них, когда ток нагрузки начинает превышать ток удержания.

На осциллограммах 7—9 изображены импульсы управления, формируемые микроконтроллером, и форма напряжения на нагрузке при пятидесятипроцентном уровне выходной мощности для числопериодного режима. Из осциллограмм видно, что пачки импульсов управления начинают формироваться вблизи переходов сетевого напряжения через "нуль". Мощность на нагрузке изменяется не плавно, а дискретно, путем варьирования числа периодов сетевого напряжения, приложенных к нагрузке. Программа для микроконтроллера написана таким образом, что при любом задаваемом уровне мощности в нагрузке (от 0 до 100 % с шагом 10 %) происходит чередование пачек, состоящих из целого числа периодов, обеспечивающее равномерную загрузку питающей сети при работе с потребителем большой мощности.

Параметры импульсов управления можно оценить по осциллограмме 10, показывающей импульсы тока для симистора ТС161-200. Длительность и период импульсов равны 30 и 150 мкс соответственно.

Масштаб по вертикальной оси на осциллограмме 1 равен 20 В/деление, а на 2—5, 7 и 8 — 3 В/дел. Для получения осциллограмм 6 и 9 на тринисторы было подано пониженное напряжение 50 В с отдельного трансформатора.

Таким образом, блок управления тиристорами позволяет путем замены программы микроконтроллера реализовать работу в четырех вариантах: в фазоимпульсном или числопериодном режимах, с применением двух встречно-параллельно включенных тринисторов или симистора. Через разъем X3 пользователь может загрузить программу микроконтроллера, соответствующую поставленной задаче и применяемым коммутирующим элементам. Уровень выходной мощности и выбранный режим работы блока можно визуально определить по яркости и цвету свечения светодиодов: HL2 ("желтый") — числопериодный, а HL3 ("красный") — фазоимпульсный.

Детали логического узла и выходных усилителей смонтированы на печатной плате из фольгированного с одной стороны стеклотекстолита толщиной 1,5 мм. Чертеж платы изображен на **рис. 6**. С целью экономии пространства платы трансформаторы выходных усилителей мощности установлены один над другим через прокладку толщиной не менее 1 мм из диэлектрика, исключающую их взаимное влияние.

В блоке применены резисторы МЛТ и импортные MF, керамические конденсаторы — К10-17 (тип диэлектрика X7R). Для выходных усилителей требуются транзисторы с импульсным током коллектора не менее 3 А и допустимым напряжением коллектор—эмиттер, превышающим 60 В. Поскольку выходной ток портов микроконтроллера не превышает десятка миллиампер, необходимо выбирать транзисторы с высоким статическим коэффициентом передачи тока базы, например, из серии КТ829, либо импортные TIP120, TIP121, TIP122. Диоды Шотки VD2, VD5, VD6 могут быть любыми маломощными в корпусе КД-3 (DO-35). Вместо диодов Шотки STPS5L60 (VD8) можно использовать аналогичные низковольтные с допустимым прямым током не менее 3 А и минимальным прямым напряжением. Диоды VD7 следует выбирать быстродействующими с прямым током не менее 1 А и обратным напряжением более 60 В.

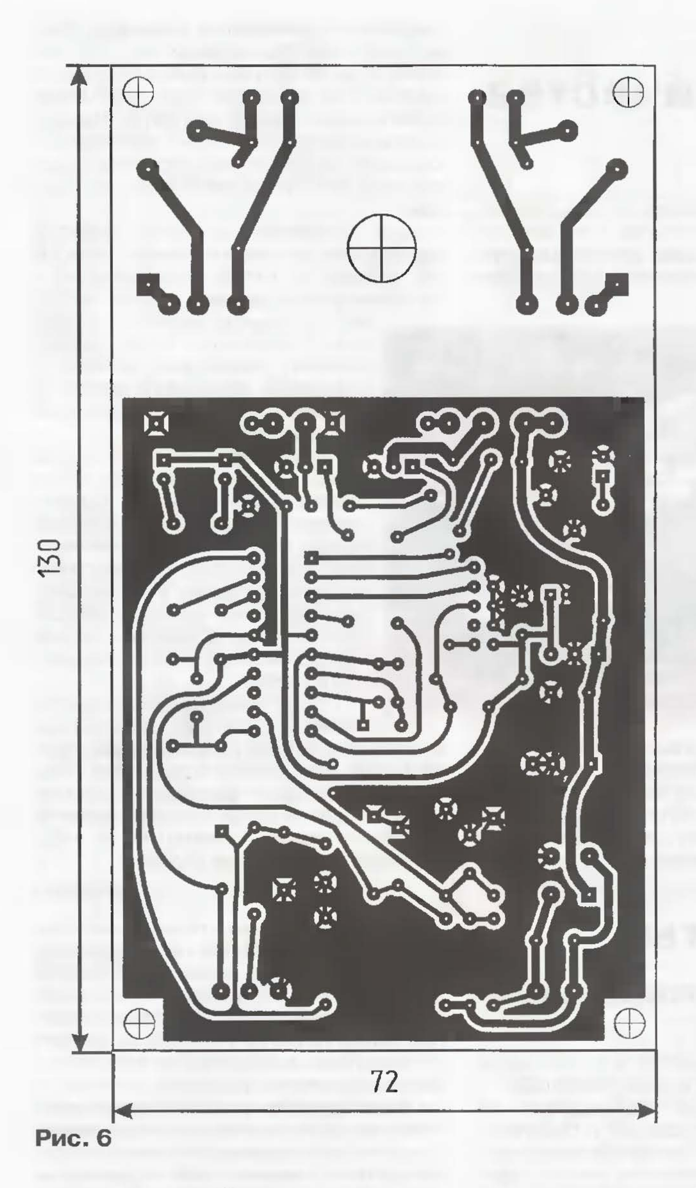
Для электрических соединений между блоками и узлами использованы винтовые контактные колодки, монтируемые на плате. Разъем X3 — PLD-10.

Трансформатор питания T1 при габаритной мощности не менее 5 Вт должен обеспечивать выпрямленное напряжение в пределах 15...18 В под нагрузкой.

Импульсные трансформаторы T2 и T3 выполнены в магнитопроводах Б30 из феррита 2000НМ-1. Между чашками вложены немагнитные прокладки толщиной 0,15...0,2 мм. Обмотки I и II имеют по 50 витков каждая и намотаны в два провода ПЭТВ 0,41. Обмотка III содержит 20 витков провода МГТФ-0,35. При изготовлении трансформатора необходимо обеспечить надежную изоляцию между первичными I, II и вторичной III обмотками.

Необходимо отметить, что число витков вторичной обмотки и сопротивление токоограничительных резисторов R16 и R19 будут зависеть от типа применяемого тиристора, так как напряжение на управляющем электроде и ток включения у всех типов приборов различны, и затруднительно дать универсальные рекомендации для всего их многообразия. Поэтому, возможно, придется подбирать резисторы с таким расчетом, чтобы, с одной стороны, обеспечить необходимый ток управления конкретным прибором, а с другой — не допустить слишком большой потери напряжения на токоограничительном резисторе. Замену резисторов необходимо выполнять при отключенном напряжении на тиристорах.

Важным параметром, также различным для каждого тиристора, является



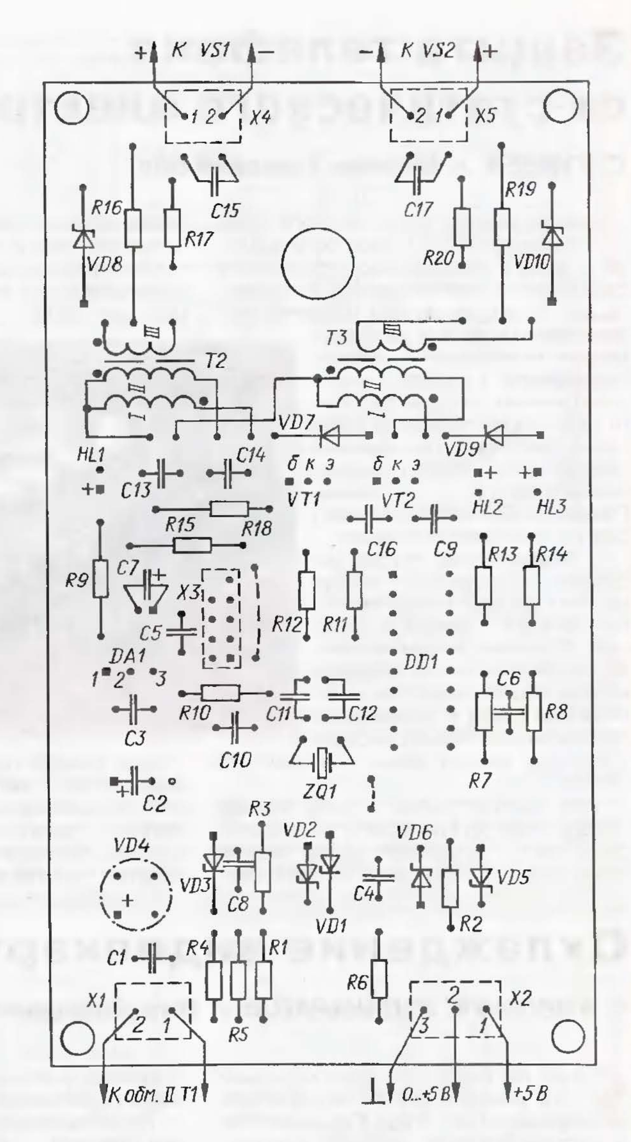


Рис. 6

ток удержания. Это значение тока через тиристор, гарантированно удерживающего прибор открытым. Если нагрузка мощная, то рабочий ток обычно многократно превышает ток удержания и проблем с его включением и нахождением в открытом состоянии не возникает. Но если нагрузка маломощная и, кроме того, имеет индуктивный характер, тока через полупроводниковый прибор может быть недостаточно для его включения. Для нормальной работы регулятора мощности в этих условиях рекомендуется включать параллельно нагрузке дополнительный резистор, обеспечивающий протекание через тиристор тока, большего тока удержания. Резистор подбирают в зависимости от нагрузки и типа тиристора.

Для программирования микроконтроллера нужно к разъему X3 подключить программатор, после чего подать питание. В первую очередь необходимо установить разряды конфигурации (fuse bits) микроконтроллера. Если устройство будет эксплуатироваться в теплом помещении без значительных перепадов температуры, то разрядами конфигурации можно включить внутренний тактовый генератор микроконтроллера и тогда элементы C11, C12, ZQ1 станут ненужными. В противном случае установка кварцевого резонатора обязательна, так как частота внутреннего генератора температурно нестабильна. Изменение частоты может нарушить работоспособность устройства.

Далее необходимо проверить правильность подключения выводов трансформаторов T2 и T3. Для этого нужно при обесточенных тиристорах подать на блок питание и сигнал управления с переменного резистора R1 (см. рис. 3), подключенного к разъему X2. На коллекторе транзисторов усилителей VT1, VT2 должны быть сигналы, размах которых равен удвоенному напряжению питания. Форма тока сигналов на выходе блока (на разъемах X4 и X5) будет аналогична показанной на осциллограмме 10, а амплитуда — около трети напряжения питания. При изменении входного напряжения управления в зависимости от выбранного режима должна изменяться яркость свечения светодиода HL2 или HL3.

После проверки работоспособности блока следует при отключенном сетевом напряжении присоединить к нему два тринистора или симистор и нагрузку согласно рис. 3, после чего включить в сеть. Если при изменении напряжения управления напряжение на нагрузке отсутствует, но наблюдается изменение яркости свечения светодиода HL2 (HL3), то необходимо поменять местами выводы первичной либо вторичной обмотки трансформатора T1. После фазировки блока нужно подключать трансформатор T1 к сети вилкой с ключом, не допускающим произвольного подключения к розетке.

__От редакции.__ Пакет программ для микроконтроллера, упомянутых в статье, находятся на FTP-сервере редакции по адресу __ftp://ftp.radio.ru/pub/2010/09/uniblock.zip__.

Защита телефона от статического электричества

С. ГУРЕЕВ, г. Щекино Тульской обл.

С наступлением отопительного сезона и понижением влажности воздуха в жилых помещениях проявление статического электричества становится все более заметным. Воздействие электростатических разрядов может приводить к сбоям, зависаниям, а иногда к порче электронных устройств. Так, от разряда статического электричества была безнадежно повреждена трубка моего бесшнурового телефона Panasonic KX-TCA130 в момент снятия ее с базовой станции.

У большинства трубок подобных телефонов корпус состоит из двух полистироловых панелей — лицевой и задней. Полистирол, как известно, обладает очень высокой изолирующей способностью. Печатная плата с элементами трубки плотно зафиксирована в корпусе вблизи линии стыковки его частей.

При снятии трубки с базы разряд наведенного статического электричества легко пробивает зазор между поверхностью корпуса и платой в наиболее уязвимом месте — там, где сочленяются части корпуса. Стекает статический заряд через несовершенную изоляцию блока питания базы в питающую сеть 220 В.



Для защиты платы новой трубки от воздействия статического электричества я использовал отрезок луженого медного провода диаметром около 0,3 мм. Отрезок этого провода я уложил снаружи корпуса в паз между панелями (показано стрелками на **рисунке**). Провод выполняет роль приемника статического электричества. Принимая разряд на себя, он защищает тем самым чувствительные элементы платы. Провод одним концом подключен к минусовому контакту трубки, соединяющемуся для зарядки аккумуляторов с базовой станцией.

Для прокладки защитного провода необходимо выключить трубку телефона, извлечь из отсека аккумуляторы и осторожно расстыковать корпус, чтобы не повредить защелки. Далее нужно вывинтить шуруп, соединяющий минусовый контакт с платой, и завинтить обратно, заложив под головку согнутый кольцом конец провода.

Провод укладывают снаружи в паз, который образуется после сборки частей корпуса. Провод следует выбрать такой, чтобы не мешал сочленению частей корпуса и был достаточно жестким, чтобы не выпадать из паза. Свободный конец провода фиксируют любым способом внутри корпуса вблизи плюсового контакта трубки.

После такой доработки трубка телефона работает уже два года и много раз подвергалась воздействию разрядов статического электричества. Это подтверждает высокую эффективность примененного способа защиты. Поскольку провод находится в пазу, внешний вид трубки не страдает.

Охлаждение видеокарты

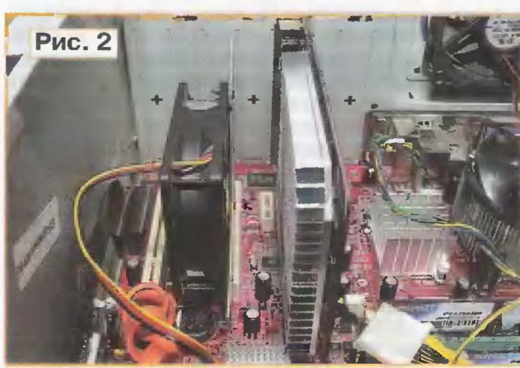
С. КИРПАЧУК, Л. ПАНКРАТОВ, г. Усть-Донецкий Ростовской обл.

О том, как бороться с перегреванием того или иного узла компьютера, журнал писал уже не раз. Речь шла либо о систематической продувке внутреннего пространства компьютера с целью удаления накопившейся пыли, либо об установке еще одного вентилятора. Не умаляя важности продувки, мы хотим рассказать о простом способе монтажа дополнительного вентилятора.


Рис. 1

Практика показывает, что вторая по численности причина отказа компьютера — перегревание видеокарты вплоть до ее полной неработоспособности. Поэтому следует озаботиться проблемой охлаждения карты сразу после ее установки в компьютер, а также, когда карта установлена в него изначально.

Дополнительный узел состоит из двух деталей — основания и собственно вентилятора. Основание вырезают из любого листового нехрупкого электроизоляционного материала толщиной 1,5 мм. Можно использовать ненужную печатную плату размерами около 150×100 мм, удалив с нее все, в том числе и фольгу; на мелкие отверстия внимания можно не обращать.


Рис. 2

У основания отпиливают один из углов, и на его место прикрепляют двумя винтами (или шурупами-саморезами) готовый компьютерный вентилятор типоразмера 80 мм на напряжение 12 В. В результате должна получиться сборка, подобная показанной на фото **рис. 1**. Нижней по фото частью (шириной около 13 мм) эту сборку вставляют в ближайший к видеокарте слот материнской платы компьютера.

Чтобы правильно сформировать нижнюю часть основания, сначала нужно наметить оптимальное положение вентилятора относительно теплоотвода карты, и напротив перемычки слота нанести на основание отметку. В отмеченном месте ножовкой пропиливают паз глубиной 7 мм, после чего надфилем расширяют его до 2 мм. Осталось удалить припуск материала с боков основания с таким расчетом, чтобы узел плотно вошел в намеченный слот.

Размещение в компьютере дополнительного вентилятора представлено на фото **рис. 2**. Подключают вентилятор к свободному разъему питания 12 В. Убеждаются, что поток воздуха направлен на теплоотвод карты.

Измерения показали, что дополнительный вентилятор позволяет эффективно уменьшить температуру теплоотвода видеокарты. Так, при комнатной температуре 20 °С за полчаса работы с выключенным дополнительным вентилятором температура теплоотвода карты поднималась до 63 °С, а с включенным — только до 30 °С.

ДРУГАЯ ЭЛЕКТРОНИКА

Дивернисаж удивительных изделий

ЭЛЕКТРОНИКА, немного отличная от привычных, окружающих нас изделий, устройств, приборов.

ЭЛЕКТРОНИКА, в которой иногда необычного больше, чем привычного.

ЭЛЕКТРОНИКА, которая призвана помогать, удивлять и поражать воображение.

Все это — в экспозиции «Другая электроника» «Российской недели электроники», которая пройдет 26—28 октября в «ЭКСПОЦЕНТРЕ».

Организатор — ЗАО «ЧипЭКСПО», спонсор экспозиции — Компания «Чип и Дип».

В окружающем мире мы часто сталкиваемся с одинаковыми, казалось бы, предметами, явлениями, понятиями. Да что говорить — порой и люди кажутся нам одинаковыми. Даже выражение есть: "на одно лицо".

И все же имеется маленькое "но", которое мы чувствуем, которое понимаем на уровне подсознания, и когда понимание оформляется окончательно, это маленькое "но" превращается в слово "ДРУГИЕ".

Похожие, одинаковые, подобные, но ... ДРУГИЕ.

Электроника. Правда ведь, существует классическое ощущение, что это такое? Возникают некие, вполне определенные образы. Они могут быть разными, но в первую очередь электроника ассоциируется с компьютером, телевизором, радиоприемником, телефоном и прочими техническими "штучками" нашего времени.

Кому придет в голову связать электронику, скажем, с одеждой? Или с живописью? С украшениями?

Однако некоторым такая идея показалась достаточно перспективной, и, как ни странно, этих "некоторых" не так уж мало. В их идеях, проектах, изделиях заложена и работает знакомая всем электроника.

Знакомая, но все же немного ... ДРУГАЯ.

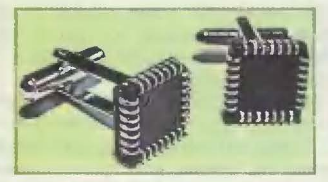
Именно она, ДРУГАЯ электроника, будет представлена в экспозиции "Другая электроника" "Российской недели электроники", которая пройдет с 26-го по 28 октября в "ЭКСПОЦЕНТРЕ".

Тематические направления экспозиции "Другая электроника":

- Разработки профильных кафедр ВУЗов и профильных военных Академий.
- Электроника в дизайне и живописи.
- Биоэлектроника.
- Наноэлектроника.
- Электроника в ювелирном деле.
- Нетрадиционные источники энергии.
- Робототехника. Андроиды. Бои роботов.





- Авто- и мотомоделирование. Демонстрация и гонки моделей самолетов, вертолетов.
- Мобильные тренажеры (авиа-, мото-, стрелковые).
- Особые гаджеты.
- Ретро-электроника из музеев страны и предприятий.

К настоящему времени подали заявки на участие в экспозиции более 30 компаний. Среди них — такие известные своими удивительными разработками, как "Телесистемы" (некоторые их изделия попали в Книгу рекордов Гиннеса), Научно-исследовательский центр сверхширокополосной связи МАИ (прибор для обнаружения людей за оптически непрозрачными преградами), "Мастер-Кит", известный наличием большого ассортимента необычной электроники, номинанты Зворыкинского проекта.

Есть много региональных компаний, среди экспонатов которых, например, актуаторы для радиотелескопов Владимирского университета, прибор для бесконтактной локационной диагностики повреждений ЛЭП из Казанского университета, радиопеленгаторы Академии им. Можайского и другие.

Достаточно много разработок сделано руками студентов, учащихся технических училищ, гимназий. Здесь и микропроцессорная система оборотного водоснабжения, и автотренажеры, и роботы, и электромагнитолет, и лыжи-электростанция.

Поразят воображение посетителей разработки компании "Научные развлечения", в которых всем известные законы и эффекты физики предстают в удивительно наглядном виде благодаря электронике.

И конечно же понравятся посетителям показательные полеты моделей вертолетов с многоканальным управлением и модели автомобилей.

Прием заявок на участие в экспозиции пока открыт. Приходите, дерзайте, заявляйте о себе — смело и решительно!

Приглашаем всех желающих принять участие в экспозиции на страницу сайта <**http://chipexpo.chipexpo.ru/other.html**>, где вы сможете ознакомиться с условиями участия и заполнить Заявку на участие.

Организаторы "Российской недели электроники"
ЗАО "ЧипЭКСПО"
Тел./Факс +7 (495) 221-5015.
E-mail: info@chipexpo.ru

Устройство токовой защиты с магнитоуправляемой микросхемой

Н. САЛИМОВ, г. Ревда Свердловской обл.

При разработке автономного инвертора на IGBT транзисторах автор столкнулся с проблемой защиты силового модуля от перегрузок по току. На рынке имеются хорошие датчики тока фирмы Honeywell, основной недостаток этих датчиков — высокая стоимость. Поэтому были рассмотрены альтернативные варианты решения возникшей проблемы.

Просматривая старые номера журнала "Радио", автор обратил внимание на статью [1] о применении магнитоуправляемых микросхем (МУМС) и разработал на одной из таких микросхем устройство токовой защиты с возможностью регулирования тока отключения. Используется зависимость суммарной магнитной индукции в ферромагнитном магнитопроводе от значений тока в рабочей и компенсирующей обмотках. В качестве чувствительного к магнитному полю элемента применяется МУМС К1116КП4. Подробные сведения о ней можно найти в [1, 2].

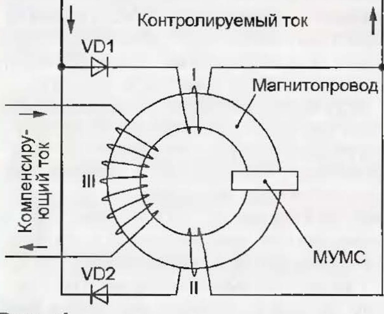


Рис. 1

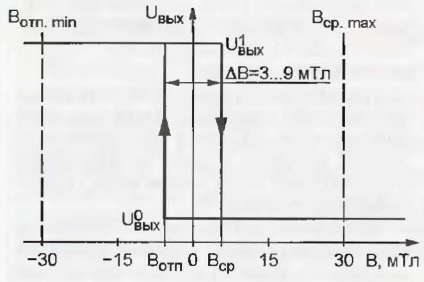


Рис. 2

Схема датчика тока с МУМС показана на **рис. 1**. Его кольцевой магнитопровод изготовлен из отрезка стальной трубы длиной 8 мм. Внешний диаметр трубы — 27 мм, толщина стенки — 3 мм. МУМС вставлена в зазор магнитопровода длиной 2 мм. Обмотки I и II, по которым течет контролируемый ток, имеют по 12 витков гибкого монтажного провода сечением 0,75 мм^2. Обмотка III намотана на магнитопровод первой и состоит из 280 витков провода ПЭВ-2 диаметром 0,3 мм. Она изолирована от магнитопровода и от обмоток I, II лакотканью.

Диоды VD1 и VD2 необходимы для создания в магнитопроводе магнитного потока одного направления при работе датчика в цепи переменного тока. Компенсирующая обмотка III, питаемая постоянным током, создает в магнитопроводе магнитный поток, направление которого противоположно создаваемому обмотками I и II. Пока контролируемый ток меньше допустимого, суммарная магнитная индукция отрицательна и напряжение на выходе МУМС, характеристика переключения которой показана на **рис. 2**, имеет высокий логический уровень $U^1_{вых}$.

При превышении допустимого тока суммарная индукция периодически (с его удвоенной частотой) становится положительной и на выходе МУМС появляются импульсы низкого уровня $U^0_{вых}$. Порог срабатывания можно регулировать изменением тока в компенсирующей обмотке. С методикой расчета магнитной цепи датчика тока и другими полезными сведениями по электротехнике и электромагнетизму можно ознакомиться в [3, 4].

Тип диодов VD1 и VD2 зависит от максимального тока нагрузки, который они должны выдерживать, и от частоты сети. Для работы на частоте 50 Гц подойдут любые мощные диоды, а для инвертора с частотой преобразования в несколько килогерц необходимы уже высокочастотные. Кроме того, магнитопровод датчика тока повышенной частоты должен быть ферритовым. При работе в цепи постоянного тока диоды VD1, VD2 и одна из обмоток I, II исключаются. Если заменить диоды управляемыми коммутирующими элементами (транзисторами или тиристорами), то описываемый узел может совместить в себе функции контроля тока и разрывания цепи его протекания в аварийных ситуациях.

Схема устройства токовой защиты с описанным датчиком показана на **рис. 3**. Магнитная система датчика изображена на схеме как трансформатор T1. Сигнал с выхода МУМС B1 поступает на счетные входы триггеров микросхемы DD1 и вход элемента DD2.1. Сигнал с выхода элемента DD2.2 запрещает переключение триггеров после того, как зафиксировано превышение допустимого значения контролируемого тока.

Выход элемента DD2.1 соединен с базой транзистора VT2, в коллекторную цепь которого включены излучающие диоды оптодинисторов VS1 и VS2. При превышении допустимого тока транзистор VT2 закрывается, ток через излучающие диоды прекращается и динисторы более не открываются, разрывая контролируемую цепь.

Транзисторы VT3 и VT4, базовые цепи которых подключены к выходам триггера DD1.2, управляют светодиодами HL1 и HL2, сигнализирующими о состоянии устройства. Сигнал с выхода 8 упомянутого триггера через инвертор (элемент DD2.3) управляет генератором звукового сигнала аварийного отключения на таймерах DA5 и DA6. Первый из них (DA5) формирует прямоугольные импульсы частотой 2 Гц, а второй (DA6) — частотой 1000 Гц. Пачки импульсов с выхода элемента DD2.4, усиленные транзистором VT5, поступают на электромагнитный излучатель HA1, подающий серию коротких звуковых сигналов.

При включении питания устройства таймер DA1 формирует импульс длительностью около 1 с. На время действия этого импульса компенсирующая обмотка III датчика тока остается подключенной через резистор R10 к обмотке II.1 трансформатора T2. Созданное таким образом переменное магнитное поле устраняет остаточную намагниченность магнитопровода датчика.

По окончании импульса срабатывает реле K1 и его контакты подключают компенсирующую обмотку через гасящий избыток напряжения стабилитрон VD6 к выходу регулируемого стабилизатора напряжения на микросхеме DA2. Компенсирующий ток устанавливают переменным резистором R16.

Таймер DA4 при включении питания формирует импульс длительностью около 2 с. По его окончании срабатывает реле K2 и стабилизированное микросхемой DA3 напряжение питания поступает на МУМС B1, микросхемы DA5, DA6, DD1, DD2 и на другие узлы устройства. Триггеры микросхемы DD1 приводятся в исходное состояние импульсом, формируемым цепью R1C1.

Налаживание устройства защиты начинают, не включая прибор в контролируемую цепь. Прежде всего проверяют работу реле времени на таймерах DA1 и DA4 и устанавливают переменным резистором расчетное значение компенсирующего тока (около 300 мА). Работа триггеров микросхемы DD1 проверяется замыканием их соединенных по схеме параллельно счетных входов с минусовым выводом питания. После первого же замыкания должен погаснуть зеленый светодиод HL2, включиться красный HL1 и прозвучать звуковой сигнал.

Налаживание узла регулирования компенсирующего тока производится при подключении вместо обмотки III трансформатора T1 резистора, номинал которого выбирают приблизительно равным активному сопротивлению обмотки и соединенного последовательно с ним миллиамперметра. Подбирают резисторы R15, R16 и, возможно, стабилитрон VD6. Цель налаживания — добиться изменения компенсирующего тока в необходимых пределах при наименьшей тепловой нагрузке на интегральный стабилизатор DA2. Если не требуется плавного регулирования порога срабатывания,

ПРИКЛАДНАЯ ЭЛЕКТРОНИКА
РАДИО® тел. 608-28-38
Прием статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru
РАДИО № 9, 2010

тел. 608-28-38
Прием статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru

DD1 К511ЛА1
DD2 К511ТВ1
VS1, VS2 ТО132-40-8

Рис. 3

переменный резистор R16 можно заменить одним или несколькими (с многопозиционным переключателем) подобранными постоянными резисторами.

Прежде чем включать устройство в контролируемую цепь, необходимо проверить ток в цепи управления оптодинисторов VS1, VS2, требующийся для их надежного открывания, и при необходимости установить этот ток подборкой резистора R14.

Для безопасности при проверке и регулировке устройства в целом не следует включать его в реальную контролируемую цепь, гальванически связанную с сетью. Необходимый ток через оптодинисторы и обмотки I, II датчика можно создать с помощью понижающего трансформатора с вторичной обмоткой, рассчитанной на ток, не меньший максимального тока срабатывания устройства защиты, и соответствующего резистивного эквивалента нагрузки (желательно регулируемого).

Изменяя значения контролируемого и компенсирующего тока, можно построить зависимость порога срабатывания защиты от тока в компенсирующей обмотке. Графики, полученные автором, показаны на **рис. 4**. Здесь штриховой линией показана экспериментальная зависимость, а сплошной — сглаженная.

Если минимальный ток срабатывания слишком велик, необходимо увеличить число витков обмоток I и II датчика. Если недостаточно высок максимальный ток срабатывания, число витков этих обмоток уменьшают. Когда в них останется всего по 1—2 витка, для дальнейшего увеличения тока срабатывания придется увеличивать длину зазора в магнитопроводе, в который вставлена МУМС. Для увеличения интервала регулирования порога можно увеличить число витков обмотки III. Это предпочтительнее, чем увеличивать текущий через нее ток.

О временных характеристиках устройства защиты можно судить по осциллограммам, снятым с помощью цифрового осциллографа OWON PDS5022S. Вход первого канала (зеленая линия) был подключен к выходу МУМС, а вход второго (красная линия) — к резистору сопротивлением 0,1 Ом, включенному в контролируемую цепь. При чувствительности второго канала 0,2 В/дел. масштаб отображения тока получился равным 2 А/дел. Скорость развертки — 10 мс/дел.

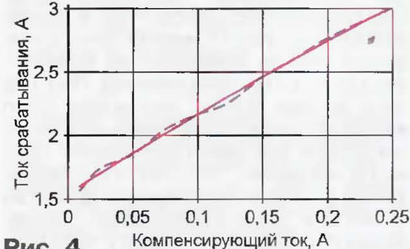


Рис. 4

Рис. 5

Осциллограммы на **рис. 5** показывают работу датчика в цепи переменного тока при имитации аварийного возрастания тока в контролируемой цепи (нагрузка активная). Измеренный интервал времени от момента аварии до разрыва цепи равен 7,5 мс.

Осциллограммы на **рис. 6** и **рис. 7** демонстрируют зависимость времени срабатывания защиты от степени перегрузки. Они сняты на постоянном токе, причем коммутирующим элементом служил мощный полевой транзистор, а не оптодинисторы. Нулевая линия шкалы тока — одно деление выше средней линии экрана. Отрицательные значения тока связаны с особенностями измерительной схемы.

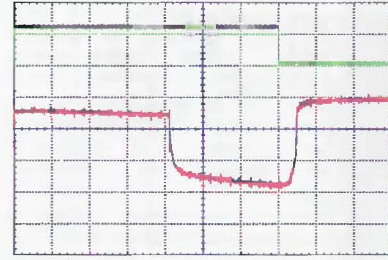


Рис. 6

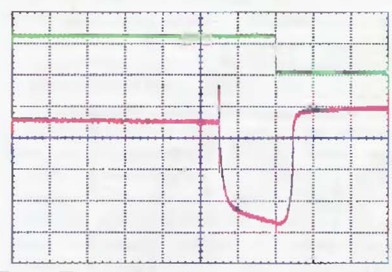


Рис. 7

Интервал приблизительно в 50 мкс, в течение которого после срабатывания МУМС в контролируемой цепи спадает ток, определяется быстродействием коммутирующего транзистора и управляющего им узла. Время от начала импульса тока до срабатывания МУМС — несколько сотен микросекунд. Оно тем меньше, чем больше амплитуда этого импульса. Аналогичная зависимость характерна и для цепи переменного тока, но ее маскирует тот факт, что открывшийся в начале полупериода динистор остается в таком состоянии до "естественного" спада протекающего через него тока до нуля в конце полупериода. По этой причине от начала перегрузки до разрыва цепи проходит 5...10 мс.

ЛИТЕРАТУРА

1. **Львов М.** Применение магнитоуправляемых микросхем. — Радио, 1990, № 7, с. 73, 74.

2. **Бараночников М., Папу В.** Микросхемы серии К1116. Справочный листок. — Радио, 1990, № 6, с. 84; № 7, с. 71, 72; № 8, с. 89.

3. **Бессонов Л.** Теоретические основы электротехники. Электрические цепи.— М.: Высшая школа, 1978.

4. **Кухлинг Х.** Справочник по физике. — М.: МИР, 1982.

Защита модема и телефона

А. ЗЫЗЮК, г. Луцк, Украина

Обезопасить модем и телефон от возможных последствий близких грозовых разрядов можно с помощью узла защиты, собранного по схеме, изображенной на **рис. 1**. Несмотря на предельную простоту, он позволил забыть о частых отказах и последующих ремонтах входных цепей модема ZYXEL OMNI 56K.

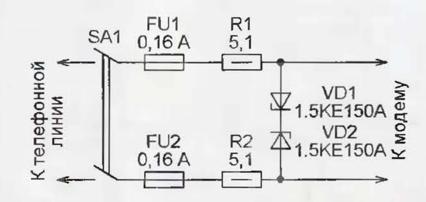


Рис. 1



Рис. 2

Хотя этот модем специально рекомендуют для сельских и других подверженных воздействию помех телефонных линий, защитой от перегрузки по напряжению он не оборудован. А импульсная перегрузка часто наблюдается, например, при грозе поблизости от трассы, по которой проложена линия. За год эксплуатации без защиты модем дважды выходил из строя по этой причине. Одна авария произошла в результате случайного попадания в телефонную линию сетевого напряжения.

Основную защиту обеспечивают быстродействующие ограничительные диоды (сапрессоры) VD1 и VD2. По своим вольт-амперным характеристикам они напоминают стабилитроны, однако обладают высоким быстродействием (порядка 1 нс). Для сравнения, время срабатывания предназначенных для тех же целей газовых разрядников — 1...2 мкс, а варисторов — 25 нс. Импульсная мощность, рассеиваемая защитным диодом указанного на схеме типа, может достигать 1500 Вт (при средней не более 5 Вт), а импульсный ток — 100 А.

Резисторы R1 и R2 ограничивают ток, протекающий через защитные диоды в момент воздействия импульса перегрузки. А плавкие вставки FU1, FU2 разрывают цепь, если длительность перегрузки слишком велика. Выключателем SA1 модем отключают от телефонной линии в перерывах работы. Это его своеобразная дополнительная защита от повреждения высоковольтными импульсами.

Устройство защиты собрано навесным монтажом в пластмассовом корпусе размерами 60×60×33 мм от стандартного настенного выключателя (**рис. 2**). Держатели предохранителей — от старого телевизора. Повторить такую конструкцию можно буквально за пару часов.

Два "односторонних" диода 1.5KE150A с напряжением срабатывания 143...158 В можно заменить одним "двусторонним" 1.5KE150CA. Радиолюбители нередко применяют защитные диоды, выпаянные из различных устройств, бывших в употреблении, зачастую не имеющие ясной маркировки. Часто такие диоды оказываются неисправными. Перед повторным использованием их обязательно нужно проверить.

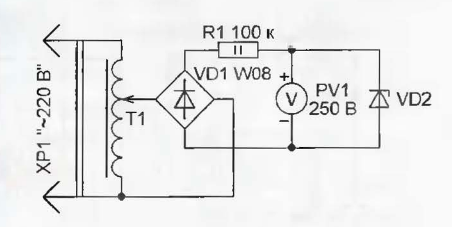


Рис. 3

Схема испытательной установки приведена на **рис. 3**. Здесь VD2 — испытываемый диод. Его проверяют, постепенно повышая напряжение, поступающее с движка лабораторного автотрансформатора (ЛАТР) T1 на диодный мост VD1, и наблюдая за показаниями вольтметра PV1. ЛАТР можно заменить переменным резистором сопротивлением 100 кОм и мощностью не менее 1 Вт.

Защиту от прямого воздействия грозового разряда предлагаемое устройство конечно же не обеспечивает. Для этого требуется значительно более сложная многоступенчатая защита. Справедливости ради нужно сказать, что энергия грозового разряда бывает настолько большой, что стопроцентно гарантированную безопасность защищаемого аппарата при современном уровне техники обеспечить невозможно.

Прием статей: mail@radio.ru тел. 608-28-38
Вопросы: consult@radio.ru

тел. 608-28-38
Прием статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru

Электростатический фильтр в пылесосе

В. КОНОВАЛОВ, г. Иркутск

В статье предлагается дополнить обычный бытовой пылесос фильтром, удаляющим с помощью электрического поля большой напряженности из прошедшего через пылесос воздуха вредную для человека мелкодисперсную пыль, не улавливаемую обычными фильтрами.

Фильтры бытовых пылесосов не задерживают частицы пыли диаметром менее одного микрометра. Во время чистки помещения эта пыль, клубясь в потоке выходящего из пылесоса воздуха, вдыхается человеком и осаждается в его легких. Однако пыль можно осадить еще внутри пылесоса, воспользовавшись ее свойством притягиваться к поверхностям, находящимся под высоким электрическим потенциалом. Для этого достаточно поместить на пути потока воздуха в пылесосе мелкую металлическую сетку и подать на нее высокое отрицательное напряжение.

Источник такого напряжения может быть построен по схеме, изображенной на **рис. 1**. Питаясь от сети 220 В, 50 Гц, он создает на выходе напряжение не менее −10 кВ при токе нагрузки около 3 мкА. Микросхема-таймер DA1 — генератор прямоугольных импульсов, частоту которых можно изменять подстроечным резистором R1 от одного до нескольких килогерц. Практически, изменяя эту частоту, регулируют выходное высокое напряжение, добиваясь максимальной эффективности фильтра. На транзисторе VT1 и стабилитроне VD3 построен стабилизатор напряжения питания таймера.

Импульсы с выхода таймера усиливает транзистор VT2, обладающий большим коэффициентом передачи тока. В его коллекторную цепь включена первичная обмотка трансформатора T2 — выходного строчного от переносного черно-белого телевизора "Юность". Элементы C5, C6, R8, VD4 — демпфирующая цепь. Она устраняет опасные для транзистора выбросы напряжения самоиндукции на этой обмотке.

Конденсатор C7 и диоды VD5, VD6 образуют высоковольтный выпрямитель. Его сглаживающий фильтр состоит из резистора R10 и собственной емкости установленной в пылесосе сетки. Кроме того, резистор R10 ограничивает ток при искровых разрядах между сеткой и деталями пылесоса, а также при случайном прикосновении к ней рукой.

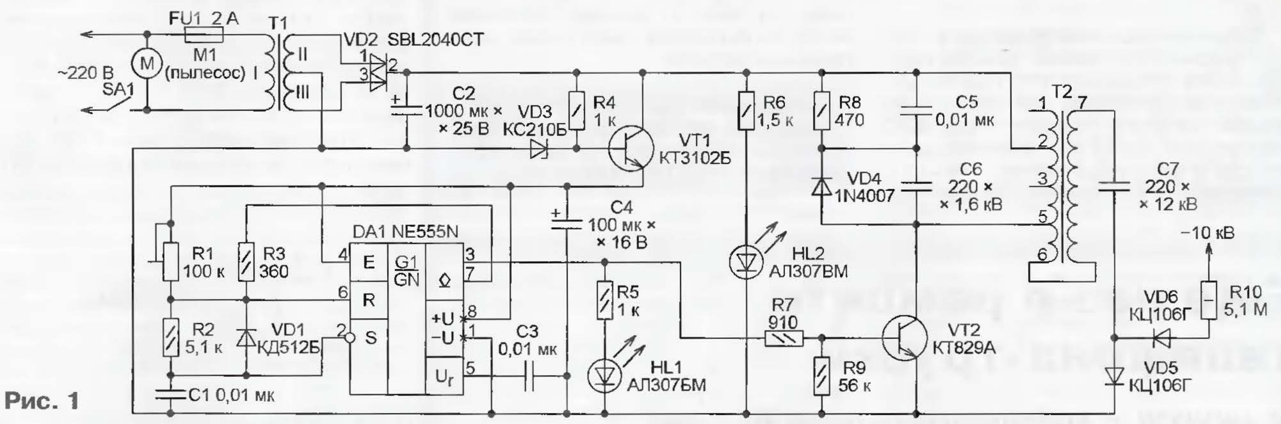


Рис. 1

Рис. 2

Узел питания источника высокого напряжения построен на понижающем трансформаторе T1 и диодной сборке VD2. Конденсатор C2 сглаживает выпрямленное напряжение, а светодиод HL2 сигнализирует о его наличии.

Печатная плата источника изображена на **рис. 2**. Она легко может быть размещена в корпусе практически любого пылесоса. Подстроечный резистор R1 установлен отдельно в доступном для регулировке месте. Отдельно размещен и трансформатор T1. Транзистор VT2 снабжен теплоотводом размерами 30×15×10 мм.

Детали высоковольтного выпрямителя смонтированы около трансформатора T2 навесным способом на изоляционных стойках. Их высота и расстояния между точками монтажа должны быть достаточными для исключения пробоев как между деталями, находящимися под высоким напряжением, так и между ними и другими элементами источника — не менее 10...15 мм. Конденсатор C7 припаян непосредственно к выводу 7 трансформатора T2, находящемуся в верхней части его катушки. Вывод высокого напряжения выполнен высоковольтным проводом, применяемым в телевизорах. Чтобы накопленный в высоковольтных элементах электри-

ческий заряд успел "рассосаться", все работы по налаживанию описываемого источника, чистке или ремонту пылесоса, в котором он установлен, следует производить не ранее чем через 3...5 мин после отключения от сети.

Конденсатор С6 — К15-5, С7— импортный, его можно заменить отечественным серии К73-14 емкостью 470 пФ на 16 кВ. Остальные конденсаторы — обычные керамические и оксидные. Диодную сборку SBL2040CT можно заменить двумя отдельными диодами КД213Б. Вместо транзистора КТ3102Б можно установить КТ312Б, а вместо КТ829А — импортный BDX53C. Трансформатор Т1 должен иметь две вторичные обмотки по 12 В с допустимым током нагрузки 1...1,5 А. Автор применил трансформатор ТН36-220-50, соединив последовательно четыре его обмотки на 6,3 В.

Собранный источник включают в сеть при среднем положении движка подстроечного резистора R1. При отсутствии неисправностей оба светодиода должны светиться. Поднеся к выводу 7 трансформатора Т2 (но не касаясь его) неоновую лампу (например, ТН-0,2), наблюдают ее свечение и, вращая подстроечный резистор, добиваются его максимальной интенсивности. Для повышения или понижения выходного напряжения можно перенести провод, идущий от выпрямителя на диодной сборке VD2 с вывода 2 трансформатора Т2, соответственно на вывод 3 или 1.

После предварительной проверки источника вне пылесоса его устанавливают на место и соединяют с металлической сеткой, помещенной перед входным отверстием вентилятора пылесоса. Напряжение на первичную обмотку трансформатора Т1 целесообразно подать с выводов электродвигателя пылесоса, чтобы фильтр начинал работать одновременно с ним.

Поскольку на сетку фильтра налипает большое количество пыли, ее необходимо периодически чистить, не забыв предварительно отключить пылесос от сети и выждав несколько минут, необходимых для стекания электрических зарядов.

***От редакции**. Файл печатной платы источника в формате Sprint Layout 5.0 находится на нашем FTP-сервере по адресу **ftp://ftp.radio.ru/pub/2010/09/pylesos.zip**.*

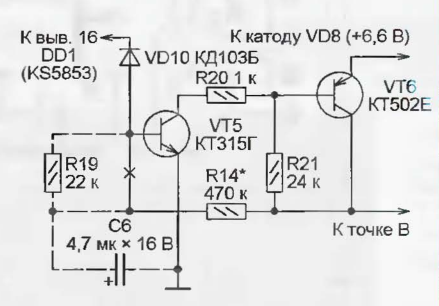
Еще раз о ремонте телефона-трубки

М. НИЧКОВ, г. Красновишерск Пермского края

В статье **А. Солдатенко** "Ремонт импортного телефона-трубки" ("Радио", 1999, № 9, с. 32) описан способ восстановления работы телефона-трубки при выходе из строя микросхемы KS5853. К сожалению, тип трубки указан не был, зато приведена ее принципиальная схема. Практически работа трубки после ремонта описанным способом оказалась не совсем удовлетворительной. Причина — недостаточно большое сопротивление его линейной цепи в момент ее разрыва при наборе номера импульсным методом.

Согласно нормативу сопротивление телефонного аппарата (ТА) постоянному току со стороны линейных зажимов при размыкании контактов номеронабирателя должно быть не менее 300 кОм. Однако в результате предложенной доработки телефонная линия через резистор R15 номиналом 30 кОм и эмиттерный переход транзистора VT6 остается подключенный к ТА. Для устранения этого недостатка я изменил схему согласно **рисунку**.

Вместо транзистора VT6 структуры n-p-n здесь установлен транзистор структуры p-n-p. Транзистор VT5, диод VD10 и резистор R14 — элементы прежней схемы. Однако резистор R15 исключен, а цепь, соединявшая коллектор транзистора VT5 с базой транзистора VT6, заменена резистивным делителем напряжения R20R21. В некоторых случаях приходится заменять кремниевый диод КД103Б (VD10) германиевым, например, Д9 с любым буквенным индексом.



При большом уровне помех в телефонной линии рекомендуется разорвать в отмеченном крестом месте соединение резистора R14 с базой транзистора VT5 и установить, как показано штриховыми линиями, резистор R19 и конденсатор С6.

Транзистор VT6 необходимо выбирать с как можно меньшим (не более 0,5 В) напряжением коллектор—эмиттер в режиме насыщения. Налаживание, как и в исходном варианте, сводится к подборке номинала резистора R14 в пределах 0,39...1,5 МОм. Описанная доработка пригодна для многих ТА, в которых вышла из строя микросхема KS5853.

ОБМЕН ОПЫТОМ

А можно и так...

П. ЮДИН, г. Уфа

Симисторный регулятор мощности, описанный в статье **Н. Черемисиновой** ("Радио", 2009, № 11, с. 35), построен на трех микросхемах серии К561. Но при этом в нем задействован лишь один из двух имеющихся в микросхеме К561ТМ2 (DD2) триггеров, а в микросхеме К561ЛА7 (DD3) — только два логических элемента из четырех. В итоге эти микросхемы остаются использованными всего на 50 %. Но если мультивибратор, собранный в исходном устройстве на элементах DD3.1, DD3.2, заменить аналогичным узлом на свободном триггере микросхемы DD2, общее число микросхем сократится до двух.

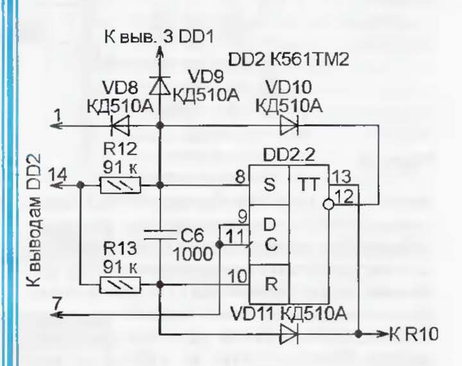


Схема доработки регулятора показана на **рисунке**. Кроме микросхемы DD3, из регулятора удаляются конденсатор С5 и резистор R9, а вновь вводятся диоды VD8—VD11, резисторы R12, R13 и конденсатор С6. Полярность включения диода VD7 необходимо изменить на противоположную.

После подачи на регулятор напряжения питания на катод диода VD8 и через него на вход S триггера DD2.2 поступает напряжение низкого уровня, а на его вход R (через резистор R13) — высокого, что переводит триггер в необходимое для дальнейшей работы исходное состояние. С установкой высокого уровня на катодах диодов VD8 и VD9 мультивибратор на триггере DD2.2 начинает генерировать импульсы частотой около 6 кГц, которые поступают на резистор R10 и далее в цепь управления симистором. При низком уровне на катоде любого из диодов VD8, VD9 работа мультивибратора прекращается.

РАДИО № 9, 2010 ····· Прием статей: mail@radio.ru Вопросы: consult@radio.ru тел. 608-28-38 · ПРИКЛАДНАЯ ЭЛЕКТРОНИКА ··· РАДИО®

Устройство защиты от опасного напряжения в трехфазной сети

А. ФИЛИПОВИЧ, г. Дзержинск Минской обл., Белоруссия

Трехфазное электропитание сегодня используется не только в промышленности, но все чаще и в быту для питания мощных нагревательных установок, электроинструмента. Да и обычных однофазных потребителей энергии приходится распределять по фазам уже не только в пределах дома, но и в одной квартире. Предлагаемое устройство, названное автором "SOKOL UZP-3F", следит за напряжением во всех трех фазах и в аварийных ситуациях может отключать от них нагрузку как одновременно, так и пофазно.

Часто причиной выхода из строя дорогостоящего оборудования становится отклонение напряжения в сети от нормы. Например, пониженное напряжение — основная причина выхода их строя холодильников. Не менее опасно и повышенное напряжение. С помощью описываемого устройства автору удалось предотвратить выход из строя бытовых электроприборов, когда в результате аварии на трансформаторной подстанции напряжение на одной из фаз превысило 300 В. Особенно оправдано его применение в жилых домах, находящихся в сельской местности.

На ЖКИ устройства выводятся действующие значения напряжения в каждой из трех фаз и слово "НОРМА", если они находятся в заданных пределах. Предусмотрена и светодиодная индикация этого состояния.

Трехфазная нагрузка отключается через 3 мс после обнаружения выхода пикового значения напряжения любой из трех фаз за установленные пределы. Однофазная — через 4,5 мс после обнаружения выхода за установленные пределы пикового значения в соответствующей фазе. Указанные интервалы времени — минимальные, они зависят от быстродействия примененных реле.

Предусмотрена программная задержка отключения сверх минимальной на 0...5 с (с шагом 20 мс). Подключение нагрузок происходит через 5 с после включения защитного устройства в сеть. А их повторное подключение после устранения аварийной ситуации — через 10...3600 с (задается программно). На ЖКИ отображается время, оставшееся до подключения.

Уровни верхнего и нижнего порогов срабатывания защиты устанавливают раздельно для каждой фазы в интервале 150...295 В, предусмотрена также раздельная калибровка вольтметра по каждой фазе. Устройство запоминает максимальные и минимальные значения фазного напряжения за определенный промежуток времени. Эти значения можно вывести на ЖКИ.

Яркость подсветки ЖКИ регулируется в интервале 0,5...100 % максимальной. При выходе напряжения за установленные пределы подается прерывистый звуковой сигнал. Короткие звуковые сигналы сопровождают нажатия на каждую из четырех имеющихся кнопок управления.

Схема устройства защиты показана на **рис. 1**. Напряжение одной из фаз поступает на обмотку I трансформатора T1. К его обмотке II подключен выпрямитель — диодный мост VD4—VD7 и стабилизатор напряжения DA1, напряжение 5 В с выхода которого питает все узлы устройства, за исключением исполнительных реле K1—K3, подключенных непосредственно к выходу выпрямителя. Диоды VD1—VD3 и резисторы R1—R4, R6—R16 образуют выпрямители и делители напряжения каждой из фаз. Их выходное напряжение поступает на входы микроконтроллера DD1.

Верхние плечи делителей составлены из двух соединенных резисторов мощностью 0,125 Вт. Это необходимо для выполнения требований по максимальному падению напряжения на этих резисторах. Нижние плечи трех "измеритель-

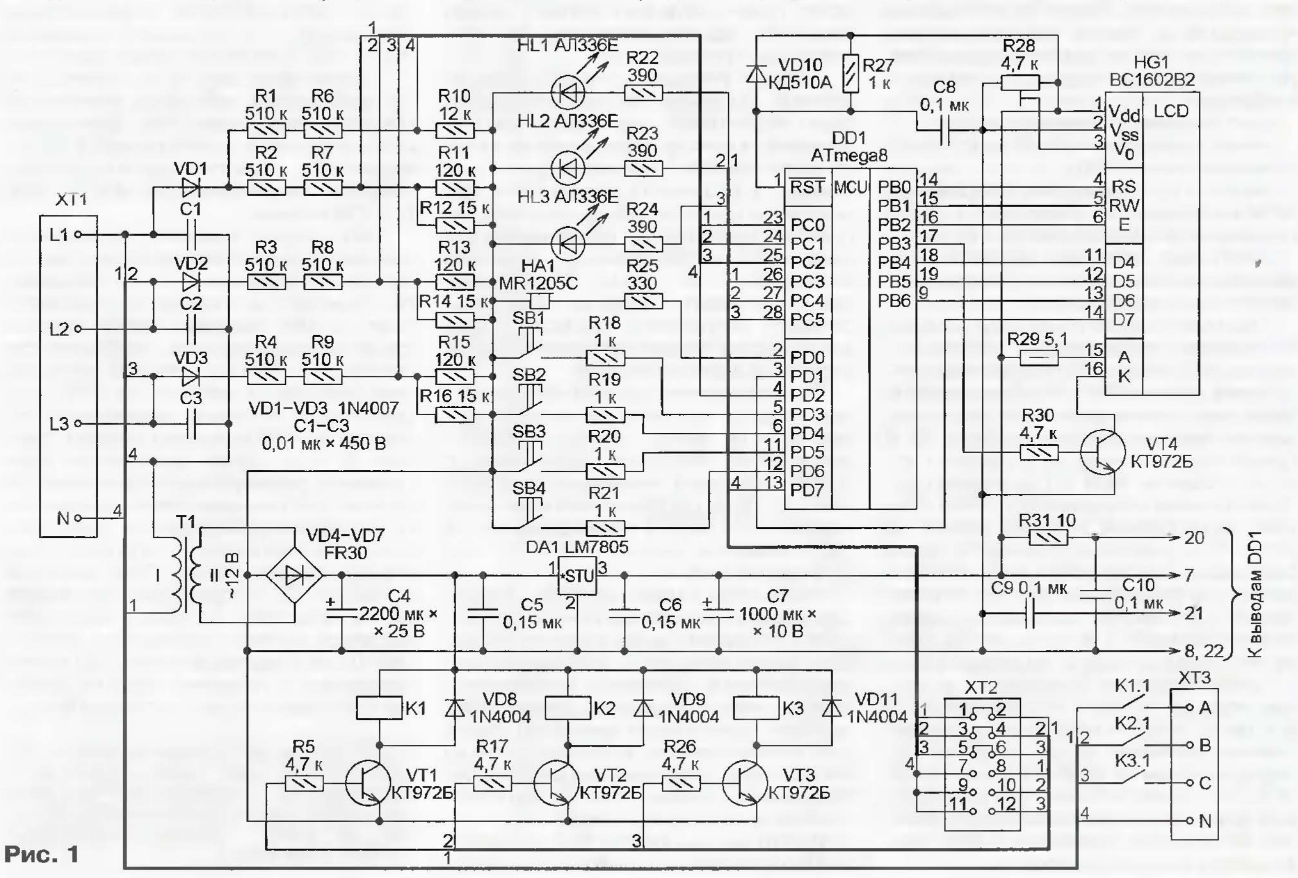


Рис. 1

тел. 608-28-38

Прием статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru

ных" делителей также составлены из двух резисторов, но соединенных параллельно. Это облегчает подборку сопротивления плеча равным расчетному, обеспечивающему предел измерения эффективного значения напряжения 300 В. Напряжение с выхода делителя на резисторах R1, R6, R10 поступает на вход PD2 (INT0) микроконтроллера и синхронизирует работу его программы.

ЖКИ BC1602B2 можно заменить другим символьным двустрочным (16 символов в строке). Указанное на схеме напряжение обмотки II трансформатора T1 должно обеспечиваться при токе нагрузки 250 мА. Если трансформатор не содержит встроенного термопредохранителя, то необходимо установить в разрыв провода, соединяющего его обмотку I с сетью, плавкую вставку на 0,25 А.

Элементы C8, R27, VD10 образуют цепь установки микроконтроллера в исходное состояние. Резисторы R18—R21 — защитные на входах микроконтроллера. Резисторы R22—R24 ограничивают ток светодиодов HL1—HL3, а резистор R25 — ток, текущий через пьезоизлучатель звука HA1 во время перезарядки его собственной емкости на перепадах поступающих от микроконтроллера импульсов звуковой частоты.

Подстроечным резистором R28 регулируют контрастность изображения на ЖКИ. Регулировка яркости подсветки его дисплея производится программным изменением коэффициента заполнения импульсного напряжения, поступающего на базу транзистора VT4.

Кроме указанного на схеме микроконтроллера ATmega8, в устройстве может работать и более современный ATmega168. К статье приложены программы для обоих микроконтроллеров. Их конфигурацию следует установить следующей:

— сторожевой таймер отключен;

— тактирование от внутреннего генератора частотой 8 МГц;

— детектор понижения напряжения питания включен, напряжение его срабатывания установлено равным 4 В.

Состояние остальных разрядов конфигурации на работоспособность устройства защиты не влияет.

При включении питания будут инициализированы встроенные в микроконтроллер АЦП, таймеры и контроллер прерываний, а также ЖКИ HG1. Затем на ЖКИ будет выведена начальная заставка с указанием версии программы (**рис. 2**) и трижды плавно уменьшит и увеличит яркость подсветки ЖКИ. По окончании подготовительных операций программа ожидает нарастающий перепад уровня на входе PD2 микроконтроллера и через 5 мс после него запускает АЦП для измерения напряжения на входе PC0. По истечении еще 6,666 мс измеряется напряжение на входе PC1, а затем, спустя такой же интервал времени, — на выводе PC2.

Цикл измерений повторяется в каждом периоде сетевого напряжения. Хотя для целей защиты программа измеряет пиковые значения фазных напряжений, перед выводом на ЖКИ они умножаются на 0,707 — пересчитываются в действующие значения синусоидального напряжения. Обновление показаний на ЖКИ производится один раз в секунду.

Если в течение 5 с после включения устройства напряжение во всех трех фазах остается в заданных пользователем пределах, программа устанавливает высокий уровень на выходах PC3—PC5. Это приводит к включению светодиодов HL1—HL3. Через перемычки между контактами колодки XT2 напряжение высокого уровня поступает в базовые цепи транзисторов VT1—VT4. Это приводит к открыванию транзисторов и срабатыванию реле K1—K3, подключающих нагрузку ко всем трем фазам.

```
SOKOL UZP-3F
S/N 00001 v.1.21
```

Рис. 2

```
U1=228B  U2=238B
U3=226B  0м.36с.
```

Рис. 3

```
U1=231B  U2=240B
U3=227B   НОРМА.
```

Рис. 4

При выходе напряжения за заданные пределы начинается подсчет следующих подряд "некондиционных" периодов. Когда будет достигнуто значение, установленное в пункте "Задержка откл." меню настройки прибора, он отключит нагрузку и начнет подавать прерывистые звуковые сигналы. На ЖКИ будет выведено заданное значение задержки автоматического подключения нагрузки после устранения аварии. При необходимости подачу звукового сигнала можно запретить, воспользовавшись соответствующим пунктом меню.

Следует учитывать, что при задании нулевой задержки отключения защита будет срабатывать при самом кратковременном выходе напряжения за допустимые пределы, произошедшем, например, в результате броска тока при включении обычной лампы накаливания. Практика показала, что оптимальная для домашнего использования задержка отключения — 60...100 мс. В программе она отсчитывается целыми периодами сетевого напряжения (20 мс), однако для удобства ее значение выводится на индикатор в миллисекундах.

По возвращении напряжения в заданные пределы прерывистый звуковой сигнал, если он звучал, прекратится. Начнется отсчет задержки подключения с соответствующей индикацией на ЖКИ (**рис. 3**). По ее истечении нагрузка будет подключена к сети, а время задержки на ЖКИ заменено словом "НОРМА", как показано на **рис. 4**.

Чтобы войти в меню настройки устройства защиты, достаточно нажать на кнопку SB1. Нажатием на эту же кнопку сохраняют в энергонезависимой памяти микроконтроллера сделанные изменения и возвращаются к обычному режиму работы. Навигация по меню предельно проста и интуитивно понятна. Каждое нажатие на любую кнопку сопровождается коротким звуковым сигналом, если в соответствующем пункте меню он включен.

Нажатиями на кнопку SB2 устройство, находящееся в рабочем режиме, устанавливают в исходное состояние, а находясь в меню или в одном из его подменю, выходят из них без сохранения изменений.

Нажатиями на кнопки SB3 и SB4 переходят соответственно к предыдущему или следующему подменю, а также изменяют значения параметров в сторону уменьшения или увеличения. В зависимости от продолжительности удержания этих кнопок нажатыми скорость изменения параметра принимает одно из трех возможных значений.

В пункте меню "Просмотр отклонений напряжений" выбор для просмотра максимальных и минимальных зафиксированных значений производится с помощью кнопок SB3 и SB4. Выходят из этого пункта, нажимая на кнопку SB1 или SB2. В последнем случае все зафиксированные ранее значения будут стерты из памяти и "учет" начнется заново.

Если в течение 30 с ни на одну кнопку не нажимали, произойдет автоматический переход в рабочий режим, а все сделанные изменения не будут сохранены. Поэтому при повторном включении устройства защиты или после установки его в исходное состояние работа начнется с ранее сделанными установками.

При первом включении устройства защиты необходимо удерживать в нажатом состоянии кнопку SB1. В этом случае в память микроконтроллера будут записаны значения параметров, заданные программистом при разработке программы. Верхний порог напряжения — 260 В, нижний — 200 В, задержка отключения нагрузки при выходе напряжения за эти пороги — 1000 мс, задержка включения нагрузки после нормализации напряжения — 1 мин, яркость подсветки ЖКИ — 60 %, звуковой сигнал включен.

Подключая прибор к трехфазной сети, необходимо соблюдать правильный порядок чередования фаз. Если фазы, подключаемые к контактам L2 и L3 колодки XT1, окажутся перепутанными, значения напряжения этих фаз на ЖКИ будут нулевыми.

Поочередно измеряя образцовым вольтметром напряжение между каждым из фазных проводов L1—L3 и нейтралью N, сравнивают его показания с выведенными на ЖКИ прибора. Если обнаружены существенные различия, подбирают резисторы R11, R13 и R15 до приблизительного совпадения значений на ЖКИ с образцовыми. Немного заниженные показания на ЖКИ при этом предпочтительнее. В этом случае дальнейшая программная регулировка чувствительности не приведет к уменьшению максимального измеряемого напряжения. Далее нужно войти в меню устройства (пункты "Подстройка напряжения U1", "Подстройка напряжения U2", "Подстройка напряжения U3") и нажатиями на кнопки SB3 и SB4 добиться точного совпадения показаний. После нажатия на кнопку SB1 можно приступать к установке порогов срабатывания защиты и других параметров.

***От редакции.** Программы для микроконтроллеров двух типов и рисунок с наглядным изображением структуры меню устройства находятся на нашем FTP-сервере по адресу **ftp://ftp.radio.ru/pub/2010/09/sokol.zip**.*

Автоматическое управление отопителем

С. КАШУТИН, г. Трехгорный Челябинской обл.

На наших дорогах еще много автомобилей выпуска прежних лет с ручным управлением отопителем салона. Частоту вращения вентилятора печки у этих машин выбирают переключателем, а водяным краном или заслонкой управляют посредством тросовой тяги. Это, конечно, не очень удобно, так как отвлекает от управления автомобилем. Автор этой статьи разработал и установил на свой "Москвич-412" блок автоматизированного управления отопителем и после успешной его эксплуатации в течение нескольких лет счел целесообразным предложить описание этого блока широкому кругу читателей журнала.

Автомат управления отопителем был разработан для обеспечения безопасности и увеличения комфортности управления автомобилем. Блок может быть применен на автомобилях практически любых моделей и марок, у которых отопитель использует тепловую энергию охлаждающей жидкости.

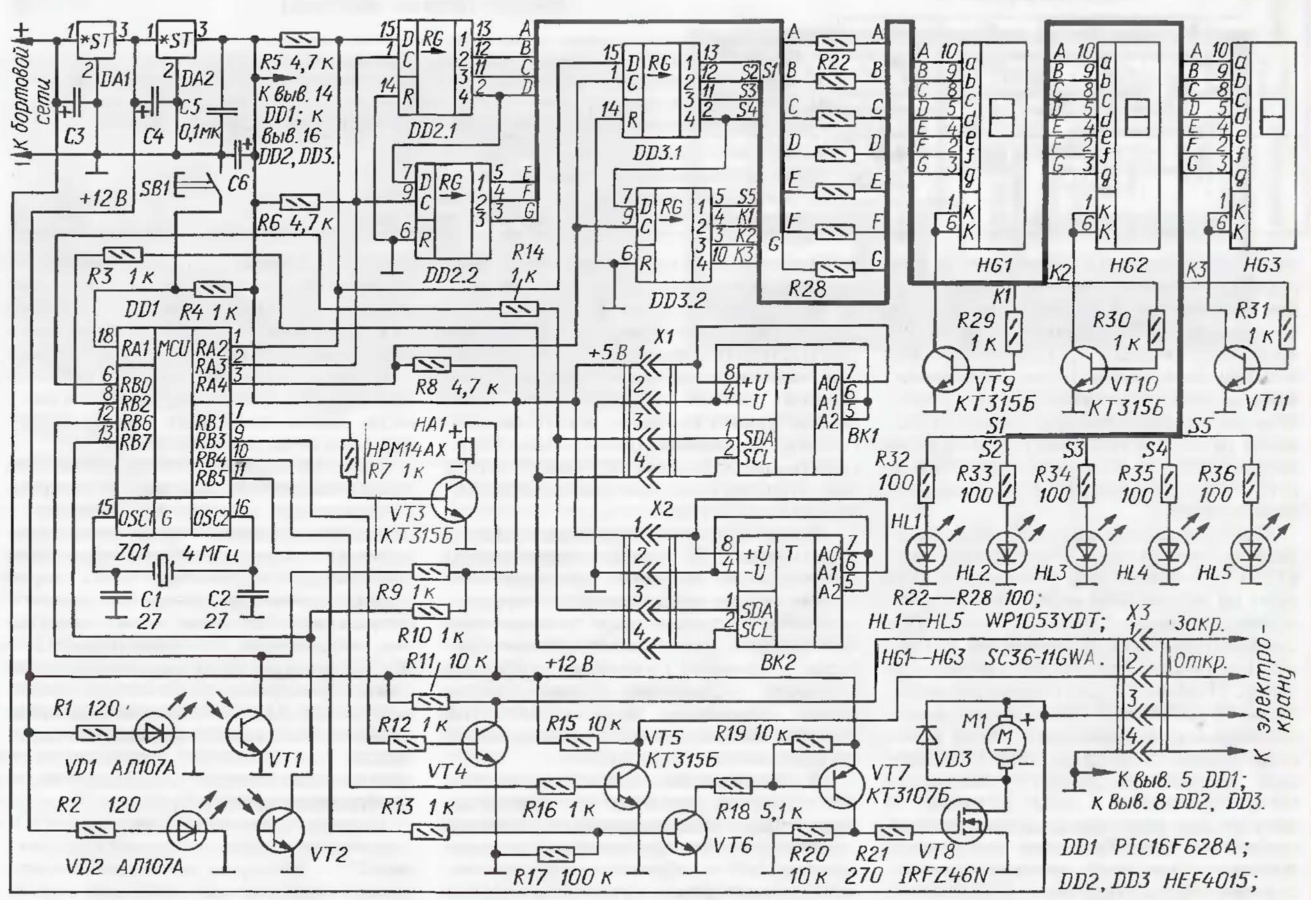
Схема автомата показана на **рис. 1**. Устройство предусматривает шестиступенное регулирование частоты вращения вентилятора отопителя — от нулевой (вентилятор остановлен) до пятой — и автоматическое управление электрокраном, работающим в режиме открыт—закрыт. Этого достаточно для поддержания температуры в салоне на заданном уровне.

Вообще говоря, системе отопления салона автомобиля присущ естественный недостаток — значительная тепловая инерционность. Дело в том, что после закрывания электрокрана теплообменник отопителя еще сохраняет некоторое время повышенную температуру, а так как продувка продолжается, температура в салоне продолжает повышаться. После остывания салона происходит обратное — тепло начинает поступать не сразу, а через отрезок времени, необходимый для разогревания печки.

Уменьшить влияние инерционности системы на температурный режим салона удалось применением двух датчиков температуры и выбором их месторасположения. Один из них установлен в воздуховоде отопителя на выходе теплообменника, второй — около кронштейна салонного зеркала заднего вида. Пределы регулирования температуры — от 15 до 30 °С; их можно изменить в программе, задав значения для переменных T_min и T_max.

Устройство состоит из нескольких функциональных узлов. Основные из них — три. Первый — собственно блок управления, в который входят микроконтроллер DD1, стабилизаторы напряжения DA1 и DA2, транзисторы VT4 и VT5, управляющие электрокраном, VT6—VT8, управляющие вентилятором отопителя, звуковой излучатель HA1.

Второй — датчики температуры BK1 и BK2, соединенные с блоком управления четырехпроводным кабелем с разъемами X1 и X2 (использованы четырехпроводный удлинитель телефонной линии и розетка с двумя гнездовыми разъемами). Датчики обмениваются информацией с микроконтроллером по интерфейсу I²C.



DA1 КР142ЕН8Б; DA2 КР142ЕН5А; BK1, BK2 DS1631+; VT1, VT2 WP32P3C; VT4, VT11 КТ315Б; VT6 КТ3102Б; VD3 КД213А; C3 10 мк × 25 В; C4 10 мк × 16 В; C6 10 мк × 10 В.

Рис. 1

тел. 607-88-18
Прием статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru

Третий узел — ручка управления, внутри которой расположены три цифровых светодиодных индикатора HG1—HG3, отображающих температуру, и пять плоских светодиодов HL1—HL5, условно показывающих установленную ступень частоты вращения вентилятора. Цифровые индикаторы и светодиоды образуют круглой формы табло, размещенное на переднем торце ручки.

Также внутри ручки смонтированы две микросхемы, содержащие каждая по два сдвиговых регистра. Эта группа регистров обеспечивает "расшифровку" сигналов, поступающих от микроконтроллера, для отображения информации в удобочитаемом виде.

Кроме перечисленного, внутри ручки установлены ИК излучающие диоды VD1, VD2, образующие совместно с фототранзисторами VT1, VT2 оптодатчик направления вращения ручки, с помощью которого можно оперативно изменять задаваемый уровень температуры в салоне и частоту вращения вентилятора отопителя. Поворотом ручки по часовой стрелке температура или частота вращения увеличивается, против часовой стрелки — уменьшается.

И наконец, в ручке установлена кнопка SB1 с парой контактов, при замыкании которых автомат переходит в режим установки перечисленных параметров. Для этого нужно нажать на ручку от себя вдоль оси. После такого кратковременного нажатия можно устанавливать новое значение температуры. Длительное нажатие дает возможность корректировать работу вентилятора. После отпускания ручки она под действием пружин возвращается в исходное состояние, а устройство переходит в нормальный режим работы.

Сигналы с оптодатчика обрабатываются программно. Фототранзисторы VT1, VT2 "освещаются" поочередно, при этом на входах RB6 и RB7 микроконтроллера уровень 1 меняется на 0. Последовательность комбинаций сигналов на входах RB6 и RB7 получается такой: 11 01 10 11. Это порождает некоторое неудобство в пользовании — необходимость поворачивать ручку с определенной скоростью, обеспечивающей правильную обработку сигналов. Но приноровиться к этому нетрудно. К тому же для удобства введена звуковая индикация при обработке микроконтроллером указанной последовательности сигналов оптодатчика. Короткий — около 0,25 с — звуковой сигнал подтверждает, что команда принята.

Управляемые узлы — это электрокран РКНУ.8109030 (применяется на автомобилях "Волга", "Газель" последних лет выпуска), установленный в патрубок водоотводящего шланга теплообменника отопителя, и электровентилятор. Электрокран имеет два фиксированных положения. Встроенный в него блок контроля ограничивает потребляемый ток. Блок имеет два управляющих входа. При подаче сигнала низкого уровня на один из них электрокран закрывается, на другой — открывается. Длительность управляющего сигнала — около 1 с.

Вентилятор — на схеме его электродвигатель обозначен M1 — из комплекта отопителя. Имеющийся резисторный узел регулирования частоты вращения нужно демонтировать.

При включении питания происходит инициализация микроконтроллера DD1, определяющая, какие выводы будут работать как входы, а какие — как выходы. Модуль компараторов и источник образцового напряжения отключены. Разрешается прерывание от таймера TMR0.

Затем запускается инициализация датчиков температуры BK1 и BK2. Они настраиваются на непрерывное преобразование температуры. В процессе инициализации датчиков в соответствии с интерфейсом проверяется "ответ датчика" и в случае их отказа (или одного из них) или нарушения связи с ними в служебном регистре flag2 ставятся соответствующие флаги. Кроме этого, ставится также флаг, по которому в дальнейшей работе программы происходит вызов подпрограммы реконфигурации датчиков, что позволяет при восстановлении связи с ними обеспечить работу всей системы в целом без отключения и повторного включения питания блока.

Далее из энергонезависимой памяти в регистры ОЗУ (общего назначения) переносятся значения, сохраненные ранее или записанные при загрузке микроконтроллера: частоты вращения вентилятора, установленной температуры, служебного регистра, разряды которого определяют режим работы блока управления flag2, и регистра выбора автоматического или ручного управления вентилятором.

По завершении перечисленных этапов в течение примерно 3 с на индикаторы HG2 и HG3 выводятся значения установленной ранее температуры, индикатор HG1 отображает вид управления вентилятором — буквы "Р" или "А" (о них ниже). Число включенных светодиодов группы HL1—HL5 указывает выбранную ступень частоты вращения вентилятора. В течение этих трех секунд питание на электровентилятор не подается, что благоприятно сказывается при зимнем пуске двигателя, поскольку отсутствует дополнительная нагрузка на батарею аккумуляторов. Указанный промежуток времени назовем для определенности установочным режимом.

Затем происходит самостоятельный переход в основной режим, в котором примерно каждые 3 с программа микроконтроллера вызывает подпрограмму чтения информации о температуре датчиков и согласно принятому алгоритму принимает решение открывать или закрывать электрокран.

Алгоритм работы блока таков: пока температура в воздуховоде или в салоне ниже, чем требуется, электрокран открыт; как только салон прогревается до установленного уровня, электрокран закрывается, микроконтроллер запоминает температуру в воздуховоде и поддерживает ее на этом уровне, периодически проверяя температуру в салоне и корректируя, если необходимо, пределы регулирования температуры в воздуховоде в ту или иную сторону.

В этом состоит преимущество описываемого блока перед серийными, работающими с одним датчиком температуры (например, устанавливаемыми на автомобилях ВАЗ десятого семейства). Блок с двумя датчиками позволяет исключить ситуацию, возникающую в межсезонье: когда при прохладной погоде салон автомобиля нагревается выше заданной температуры и когда отопитель подает холодный воздух, пока не остынет датчик [1].

Для уменьшения числа проводов, соединяющих блок управления и ручку, а также для упрощения монтажа в устройстве применена динамическая индикация, которая организована путем прерываний от таймера TMR0. Через определенные промежутки времени происходит последовательное выведение информации на индикаторы HG1—HG3. От микроконтроллера она в последовательном коде поступает на сдвиговый регистр DD2, к которому подключены знакообразующие элементы индикаторов, что позволяет определенными сочетаниями элементов формировать изображение цифр и букв.

Второй сдвиговый регистр DD3 посредством инверторов на транзисторах VT1—VT3 управляет катодами цифровых индикаторов и анодами светодиодов HL1—HL5. Из-за инерции зрения мерцание индикаторов незаметно.

В основном режиме индикаторы HG1—HG3 отображают температуру в

Таблица 1

Режим	Примеры индикации				Описание примеров индикации
	А	Б	В	Г	
Установочный	P 15	A 15	P-_ _	P-=	А. Вентилятор: ступень 1, управление ручное. Установлена температура +15 °С Б. Вентилятор: ступень 1, управление автоматическое. Установлена температура +15 °С В. Вентилятор: ступень 3, управление ручное. Команда — принудительно закрыть кран Г. Вентилятор: ступень 2, управление ручное. Команда — принудительно открыть кран
Основной	0°C	10°	-27	-5°	А. Вентилятор: ступень 2. Температура в салоне 0 °С Б. Вентилятор выключен. Температура в салоне +10 °С В. Вентилятор: ступень 4. Температура в салоне –27 °С Г. Вентилятор: ступень 5. Температура в салоне –5 °С

салоне автомобиля, а светодиоды HL1—HL5 — выбранную частоту вращения вентилятора (см. **табл. 1**).

Поворотом ручки управления можно установить желаемую частоту вращения. Поворот по часовой стрелке увеличивает частоту на одну ступень, против — уменьшает. При остановленном вентиляторе все светодиоды выключены.

Для того чтобы изменить температуру, которую блок должен поддерживать, необходимо перейти из основного режима в установочный, для чего кратковременно (не более чем на 1 с) нажимают на ручку от себя, при этом замыкаются контакты кнопки SB1.

В установочном режиме индикаторы HG2 и HG3 показывают число от 15 до 30 — установленную ранее температуру. Поворачивая ручку, изменяют число (по часовой стрелке оно увеличивается, против — уменьшается), тем самым устанавливают желаемую температуру. Шаг установки (переход ручки от одного фиксированного положения к очередному) — 1 °С.

Как было сказано ранее, в установочном режиме индикатор HG1 отображает буквы Р или А. Они обозначают вид управления частотой вращения вентилятора: Р — ручное управление, А — автоматическое. При ручном управлении нужную ступень задают поворотами ручки, а при автоматическом предусмотрены два фиксированных значения: при открывании электрокрана (т. е. когда идет нагревание салона) устанавливается вторая ступень, а при закрывании (охлаждение салона) — первая.

Это позволяет быстрее нагревать салон и более равномерно охлаждать. Для выбора желаемого вида управления вентилятором необходимо, войдя в установочный режим, нажать на ручку и удерживать ее нажатой более 1 с. На табло символы "Р" и "А" будут сменяться с периодом примерно 1 с. Выбрав требуемый вид управления, ручку отпускают.

В установочном режиме можно также принудительно открыть или закрыть кран. Например, когда необходимо заменить в системе охлаждающую жидкость, электрокран должен быть открыт. Или если возникает необходимость прекратить протекание охлаждающей жидкости через теплообменник отопителя по тем или иным причинам, то кран закрывают.

Чтобы закрыть электрокран, необходимо, поворачивая ручку против часовой стрелки, установить крайнее значение температуры — число 15. Следующий поворот ручки закроет кран. Открывают его таким же образом, только поворачивают ручку по часовой стрелке и устанавливают число 30. На индикаторах HG2 и HG3 появляются штрихи — условное изображение повышающейся или понижающейся с течением времени температуры (см. табл. 1). При принудительном управлении электрокраном автоматическое управление вентилятором недоступно, индикатор HG1 будет отображать только букву Р.

После того как в установочном режиме перестали поворачивать ручку и/ или отпустили ее, запускается таймер микроконтроллера на время примерно 3 с. По истечении указанного времени блок возвращается в основной режим и индикаторы HG1—HG3 показывают значение температуры в салоне.

Если в установочном режиме было выбрано автоматическое управление вентилятором, то при изменении частоты его вращения вручную в основном режиме (что обычно связано с необходимостью получения большей производительности вентилятора) автоматическое управление отменяется, т. е. при открывании или закрывании электрокрана частота вращения меняться не будет.

Как уже было сказано, микроконтроллер считывает температуру обоих датчиков. Выход из строя одного из них (или потеря связи с ним) позволяет сохранить работоспособность системы, при этом блок поддерживает на заданном уровне температуру работающего датчика: салонного или установленного в воздуховоде. В такой ситуации процедуры установки требуемой температуры в установочном режиме и вида управления вентилятором не отличаются от описанных выше.

А вот в основном режиме на табло температура с работающего датчика начинает периодически сменяться символом "Уп1", если работает датчик ВК1, установленный в воздуховоде ("Уп1" означает "управление печкой от ВК1"), или "Уп2", если работает датчик ВК2 в салоне. Это позволяет определить, по температуре какого датчика выполняется управление.

Выход из строя или отсутствие связи с обоими датчиками также не фатален для системы. В этом случае в основном режиме табло отображает условное изображение состояния электрокрана: открыт или закрыт (штрихи в **табл. 2**), которое можно интерпретировать как повышающуюся или понижающуюся с течением времени температуру. На табло условное изображение периодически сменяется символом "1E2". Его можно расшифровать как ошибка (Error) обоих датчиков.

А в установочном режиме возможно только изменять состояние электрокрана: если он открыт, то поворотами ручки кран закрывают, и наоборот. Автоматическое управление вентилятором недоступно.

Во всех описанных случаях управляющие сигналы на электрокран поступают только в основном режиме, что позволяет исключить возможность многократного открывания/закрывания крана в процессе установки требуемой температуры или изменения его состояния.

Для управления вентилятором применено ШИ регулирование (об этом можно прочитать в [2]). Импульсы управления транзистором VT8 формирует микроконтроллер. Изменением ширины (длительности) импульсов удается регулировать эффективное напряжение на электродвигателе M1 вентилятора от нуля до напряжения бортовой сети. Для согласования уровней напряжения на выходе микроконтроллера и на затворе транзистора VT8 предусмотрены промежуточные транзисторы VT6, VT7. Пять ступеней частоты вращения вентилятора позволяют обеспечить требуемую эффективность обдува лобового стекла автомобиля и обогревания салона при минимуме акустического шума.

Таблица 2

Отказ	Примеры индикации				Описание примеров индикации
	А	Б	В	Г	
Одного датчика	-4°	Уп1	5°C	Уп2	А и Б сменяются попеременно каждые 3 с. Вентилятор: ступень 2. Температура в салоне –4 °С по датчику в воздуховоде. Управление краном по тому же датчику В и Г сменяются попеременно каждые 3 с. Вентилятор: ступень 2. Температура в салоне +5 °С по датчику в салоне. Управление краном по тому же датчику
Двух датчиков	‾ ‾ ‾ / _ _ _	1E2	_ ‾ ‾ / _ _ _	1E2	А и Б сменяются попеременно каждые 3 с. Вентилятор: ступень 2. Кран закрыт В и Г сменяются попеременно каждые 3 с. Вентилятор: ступень 3. Кран открыт

В процессе работы блока в энергонезависимой памяти микроконтроллера сохраняются значения регистров, описанные выше. На **рис. 2** показан фрагмент схемы, который с учетом доработки программы микроконтроллера позволяет сохранять информацию в памяти EEPROM контроллера только по выключению питания. На печатной плате блока предусмотрены места для установки элементов этого фрагмента. Но в программе, находящейся в архиве статьи, такая функция не реализована, запись в память EEPROM микроконтроллера происходит сразу после изменения сохраняемых параметров. Поэтому для работы с этой программой вместо диода VD4 на плату надо впаять проволочную перемычку, а остальные элементы фрагмента на рис. 2 не устанавливать.

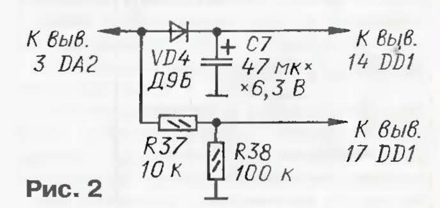


Рис. 2

(Окончание следует)

НАША КОНСУЛЬТАЦИЯ

КОВАЛЕНКО С. Инвертор—замедлитель вращения трехфазного электродвигателя. — Радио, 2005, № 11, с. 40, 41.

Печатная плата.

Чертеж возможного варианта платы инвертора изображен на **рис. 1**. На ней размещены все детали, кроме трансформатора питания, светодиодов, оптотиристоров и выпрямительных мостов в цепях обмоток электродвигателя. Плата рассчитана на применение резисторов МЛТ, С2-33, керамических конденсаторов К10-17 (С1, С3, С4, С7), КМ (С6, С8—С10) и оксидных серии ТК фирмы Jamicon (С2, С5). Выпрямительный мост VD1 — DF01M, диод VD2 — 1N4002, стабилизатор напряжения DA1 — 7805 в корпусе ТО-220. Не показанный на схеме резистор R7 (сопротивлением 1 кОм) соединяет входы неиспользуемых элементов микросхемы DD1 с плюсовым проводом питания.

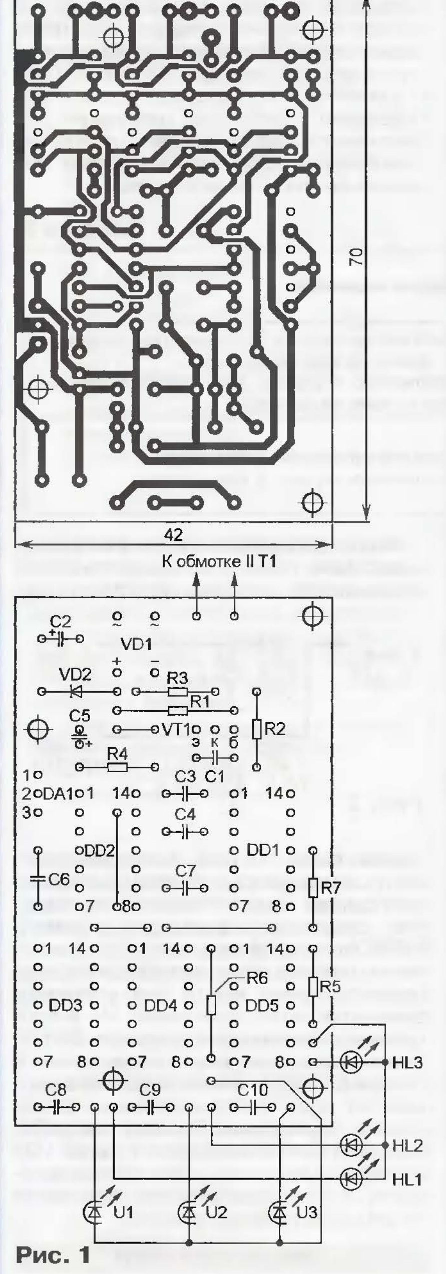


Рис. 1

ШИШКИН С. Таймер на микроконтроллере. — Радио, 2009, № 8, с. 22, 23.

Печатная плата.

Чертеж возможного варианта платы таймера изображен на **рис. 2**. На ней размещены все детали, кроме индикаторов HG1—HG3, HL1, кнопок SB1—SB3, выключателя SA1, разъемов X1, X2 и плавких вставок FU1, FU2. Плата рассчитана на установку резисторов МЛТ, С2-33, керамических конденсаторов КД-1 (С5, С6), КМ-5 (С1, С3, С4), оксидного серии ТК фирмы Jamicon (С2) и кварцевого резонатора в корпусе НС-49U. Во избежание выхода из строя микроконтроллера при пайке (из-за перегрева или воздействия статического электричества) рекомендуется для соединения его с деталями на плате установить 20-гнездную панель.

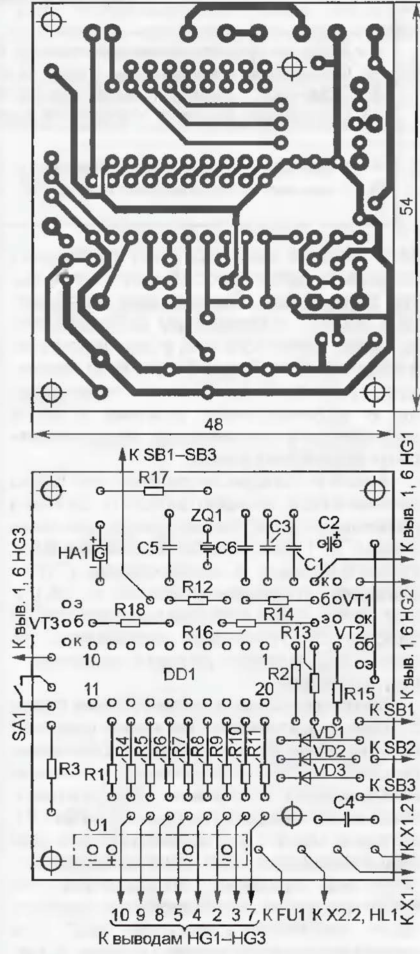


Рис. 2

ЖИДКОВА А. Светофор. — Радио, 2006, № 12, с. 51.

Печатная плата.

Чертеж платы представлен на **рис. 3**. Постоянные резисторы — МЛТ, С2-33, оксидный конденсатор С1 — серии ТК фирмы Jamicon. Конденсатор С2 (КМ емкостью 0,047—0,1 мкФ) — блокировочный в цепи питания микросхем, резистор R4 (1 кОм) соединяет входы неиспользуемых элементов микросхемы DD1 с плюсовым проводом питания.

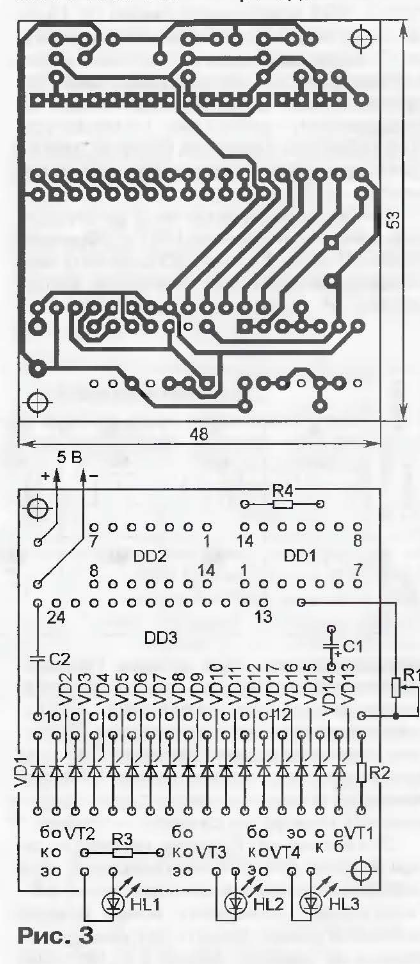


Рис. 3

ОБРАТИТЕ ВНИМАНИЕ

БАШИРОВ А., БАШИРОВ С. Цифровой кодовый замок с ИК ключом. — Радио, 2010, № 1, с. 32, 33.

В кодовом замке применен кварцевый резонатор на частоту 3,6864 МГц (а не на 4 МГц, как указано на рис. 1 в статье). Допустимо в обоих устройствах (замке и ключе) использовать резонаторы на 4 МГц.

МУХИН Б. Блок зажигания на микроконтроллере для ВАЗ-2108, ВАЗ-2109. — Радио, 2009, № 12, с. 36—39.

Номинальное сопротивление резистора R14 — 0,1 Ом.

Простой сигнализатор уровня воды

И. ЦАПЛИН, г. Краснодар

Оставленный без присмотра открытый кран может привести к затоплению кухни или ванной комнаты. Поэтому весьма полезным в быту окажется прибор, подающий сигнал переполнения кухонной мойки или ванны.

Существуют сигнализаторы уровня воды, построенные на различных физических принципах: ультразвуковые, оптические, емкостные. Наиболее просты и доступны для повторения кондуктометрические сигнализаторы, действие которых основано на измерении сопротивления между электродами, изменяющегося при их погружении в воду.

Их особенность — необходимо прикладывать к электродам переменное напряжение, чтобы исключить повреждение электрохимическими процессами. Другой способ подавить эти процессы заключается в измерении сопротивления при столь малом токе, что упорядоченное движение ионов в воде теряется на фоне их хаотического броуновского движения.

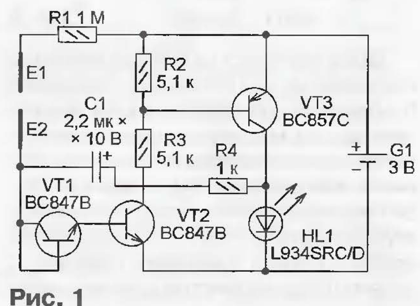


Рис. 1

Сигнализатор уровня воды, работающий по этому принципу, вовсе не обязательно строить на микросхемах с уникальными параметрами. Он может быть построен всего на трех обычных транзисторах по схеме, изображенной на **рис. 1**. Это — несимметричный мультивибратор на транзисторах разной структуры VT2 и VT3, начинающий работать, когда сопротивление между электродами E1 и E2 ниже определенного значения. Индикатором работы мультивибратора служит светодиод HL1. Питается сигнализатор от литиевого элемента G1. Поскольку ток, потребляемый от него в дежурном режиме, сравним с током саморазрядки, выключатель питания не предусмотрен.

Ток, протекающий через датчик, образованный электродами E1 и E2, очень мал, он сопоставим с обратным током коллектора транзистора VT2. Чтобы исключить влияние этого тока и расширить интервал, в котором может изменяться сопротивление датчика, в базовую цепь транзистора VT2 введен транзистор VT1 в диодном включении. При изменении сопротивления датчика в интервале от 1 до 10 МОм соотношение длительности вспышек светодиода HL1 и пауз между ними также изменяется, что позволяет косвенно оценить электропроводность жидкости, в которую погружены электроды.

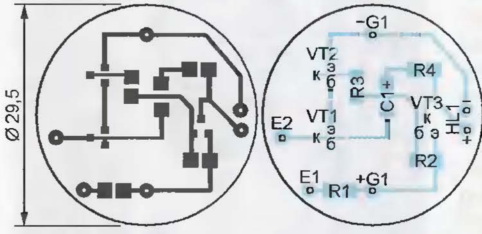


Рис. 2

Печатная плата сигнализатора представлена на **рис. 2**. Она рассчитана на установку элементов для поверхностного монтажа, за исключением размещенных на стороне, где нет печатных проводников, светодиода HL1 и элемента питания G1 в держателе (**рис. 3**).



Рис. 3

Импортные транзисторы BC847C и BC857C можно заменить отечественными соответственно КТ3130А-9 и КТ3129А-9 с коэффициентом передачи тока не менее 200. Если, пожертвовав габаритами прибора, перейти на обычные компоненты, то подойдут и транзисторы серий КТ3102 (n-p-n) и КТ3107 (p-n-p).

В качестве электродов E1 и E2 желательно использовать стержни из нержавеющей стали, закрепленные на фторопластовом изоляторе. Недопустимо делать изолятор из текстолита или стеклотекстолита. Эти материалы очень гигроскопичны, и сопротивление между электродами может остаться достаточным для срабатывания сигнализатора даже после понижения уровня воды.

Держатель элемента G1 найден на материнской плате от старого компьютера. На такой плате, скорее всего, найдутся и другие необходимые для изготовления сигнализатора элементы — транзисторы, резисторы и оксидный конденсатор для поверхностного монтажа.

Собранный из исправных деталей уровнемер начинает работать при подключении питания. Если сопротивление между электродами слишком низкое и светодиод не мигает, а светит непрерывно (что приводит к излишнему расходу энергии элемента питания), необходимо увеличить сопротивление резистора R1 до 2,2 МОм. Если сигнализатор не срабатывает при любом сопротивлении между электродами датчика, проверьте качество пайки (особенно во входных цепях), а также контакты держателя элемента питания и сам элемент. ■

Ходики — из кварцевых часов

Д. МАМИЧЕВ, п/о Шаталово Смоленской обл.

Когда-то в каждом доме на стене висели часы, которые в народе ласково называли ходиками. С наступлением века электроники им на смену пришли электронные часы. Но, как это всегда бывает, люди склонны вспоминать былые времена и все связанное с ними. Так возникает мода на старину. Однако купить сегодня настоящие ходики очень трудно, они давно уже не выпускаются промышленностью. За современные же модели ходиков, выполненных под старину, придется выложить несколько тысяч рублей... Между тем, если захотеть, то имитацию ходиков нетрудно создать на основе современных часов...

Внешний вид часов-ходиков, изготовленных на основе настольных кварцевых часов, показан на **рис. 1**. Ход часов сопровождается качанием маятника и характерным тиканием, глаза совы при этом мигают в такт колебаниям маятника.

Схема электронного узла, "превращающего" настольные часы в ходики, изображена на **рис. 2**. По сути, это генератор, состоящий из оптопары, образованной светодиодом VD1 и фототранзистором VT1, миллиамперметра PA1, конденсатора C1 и усилителя постоянного тока на транзисторе VT2. Фототранзистор оптопары и резистор R2 образуют делитель, с которого часть напряжения питания через резистор R3 подается на базу транзистора VT2. В исходном состоянии маятник (вернее, его бумажное подобие, закрепленное на стрелке миллиамперметра) перекрывает свет от светодиода к фототранзистору, поэтому после включения питания его сопротивление велико, конденсатор C1 заряжается через резистор R2, транзистор VT2 закрыт.

По мере зарядки напряжение на конденсаторе увеличивается, и когда оно достигает примерно 0,7 В, транзистор VT2 начинает открываться. Возрастающий коллекторный ток заставляет стрелку миллиамперметра отклониться, светодиоды HL1, HL2 (глаза совы) — зажечься, а подсоединенный параллельно им звукоизлучатель HA1 с встроенным генератором ЗЧ — издать характерный звук "тик-так". С выходом маятника из зазора оптопары открывается ее фототранзистор, конденсатор C1 быстро разряжается через него и транзистор VT2 закрывается. В результате светодиоды HL1, HL2 гаснут, маятник возвращается назад и вновь затемняет фототранзистор, после чего процесс повторяется. Резистор R1 ограничивает ток через светодиод оптопары, резистор R4 — через светодиоды HL1, HL2 и миллиамперметр PA1, резистор R5 — через звукоизлучатель HA1. Конденсатор C2 "срезает" высшие частоты спектра его колебаний.

Детали узла монтируют на печатной плате (**рис. 3**) из односторонне фольгированного стеклотекстолита. Резисторы — МЛТ, С2-33, конденсаторы — К50-35 или аналогичные импортные.

В авторском варианте применены оптопара с открытым оптическим каналом и звукоизлучатель с встроенным генератором от старого компьютера "Роботрон". Заменяющая оптопара может быть как готовой с открытым оптическим каналом (например, серии АОТ147), так и самодельной, составленной, например, из светодиода серии АЛ307 и фототранзистора ФТ-2К. Возможная замена звукоизлучателя — HCM1601A, HPM14AX, HPM24AX и т. п.



Рис. 1

Основа механизма маятника — миллиамперметр магнитоэлектрической системы с током полного отклонения стрелки 1...3 мА. Часть его корпуса с защитным стеклом и шкалу удаляют, а к стрелке приклеивают бумажный "груз" маятника. Для установки механизма на основании ходиков (коробчатое шасси, склеенное из листового полистирола или органического стекла) используют два уголка, согнутых из полосок листового алюминиевого сплава толщиной 1,5 мм и закрепленных с помощью гаек на шпильках-выводах прибора таким образом, чтобы в рабочем положении его стрелка с грузом маятника была обращена вниз. На основании уголки закрепляют двумя винтами с гайками.

Оптопару VD1VT1 устанавливают на согнутом из жести П-образном кронштейне, приклеенном к основанию с таким расчетом, чтобы в положении равновесия маятник перекрывал оптический канал, не касаясь ее корпуса.

На этом этапе рекомендуется произвести макетную сборку устройства (соединить все детали согласно схеме) и добиться нормальной работы ходиков. Если маятник качается с рывками, необходимо подобрать конденсатор C1 (в пределах 1...4,7 мкФ). Емкость конденсатора C2 подбирают в пределах 0,2... 2,2 мкФ по тембру звучания звуков "тик-так". Установив подобранные детали на место, закрепляют плату на миллиамперметре.

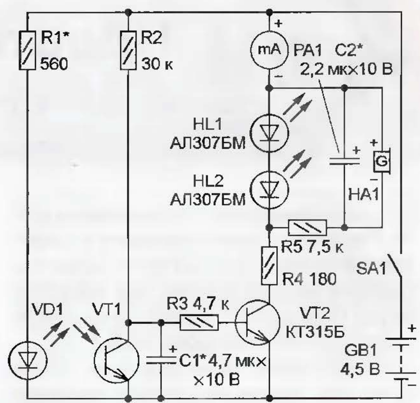


Рис. 2

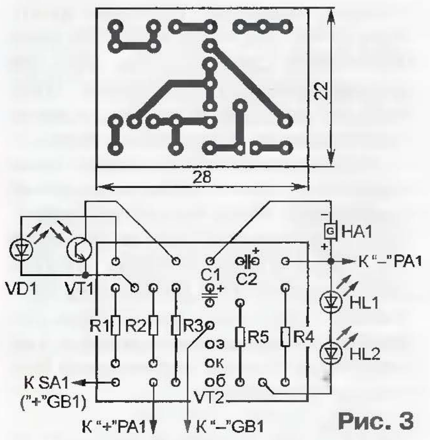


Рис. 3

Далее извлекают из футляра механизм кварцевых часов и с помощью еще одного П-образного кронштейна и клея закрепляют его на магните миллиамперметра. Контейнер для батареи питания (три элемента типоразмера АА) и выключатель SA1 устанавливают в подвале основания, звукоизлучатель — на его верхней стенке между уголками крепления прибора. С лицевой стороны конструкцию закрывают трапецеидальной (в сечении) картонной фальшпанелью с декоративными аппликациями (см. рис. 1). Для того чтобы ее было можно установить на место, не повредив стрелку прибора, в середине нижней части (от окна до нижней кромки) делают разрез. От пыли конструкцию защищают пластмассовым футляром с прозрачной передней стенкой и просверленными в задней отверстиями для прохода звуковых колебаний.

Робот "Муравей"

А. ЛЕЧКИН, г. Рязань

Предлагаемый робот назван так потому, что передвигается вдоль нарисованной темной линии мелкими рыскающими движениями, напоминающими движения муравья. Кроме того, он способен перемещаться вдоль стены или плинтуса.

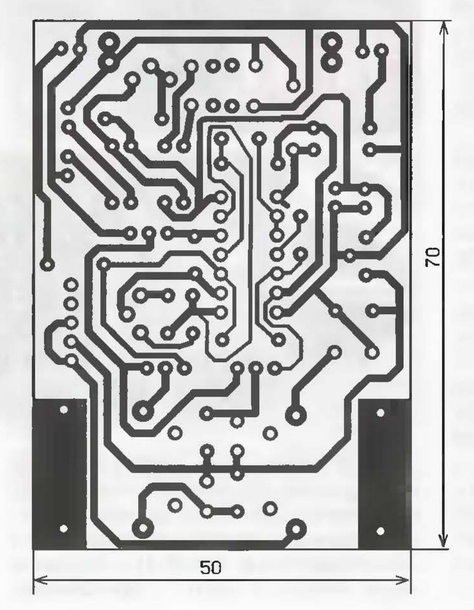
Робот, схема которого показана на **рис. 1**, выполнен на интегральной микросхеме 74HC14 (DD1), в состав которой входят шесть логических элементов — инверторов-триггеров Шмитта. Источником питания служит батарея гальванических элементов GB1 напряжением 9 В. Она подключена к микросхеме через интегральный стабилизатор DA1 с выходным напряжением 3,3 В. Это же напряжение через токоограничивающие резисторы R4, R7 и выключатели SA2.2, SA3.2 поступает на излучающие диоды ИК диапазона VD3 и VD6, служащие для подсветки трассы и объектов, встречающихся на пути робота.

Рис. 1

Фототранзистор VT1, излучающий диод VD3 расположены в нижней части робота и сориентированы вниз. Их функциональное назначение — отслеживать положение робота на трассе — черной линии шириной 20 мм, нарисованной на белом фоне, например бумаге. Чтобы включить этот режим, необходимо замкнуть выключатели SA2.1, SA2.2. В этом случае ИК излучение диода VD3 отражается от поверхности, на которой находится робот. Если эта поверхность светлая, то уровня отраженного излучения будет достаточно для открывания фототранзистора VT1, на входе элемента DD1.1 установится напряжение высокого уровня, а на его выходе — низкого, поэтому диод VD1 закроется. Одновременно напряжение высокого уровня откроет диод VD2 и переключит RS-триггер, собранный на элементах DD1.3, DD1.4, в состояние с высоким логическим уровнем на выходе элемента DD1.3. Светодиод HL1 загорится, транзистор VT4 откроется, и питающее напряжение поступит на двигатель M2.

Робот станет перемещаться вперед и вбок, и когда он заедет на черную линию, уровень отраженного от нее ИК излучения существенно уменьшится. Ток через фототранзистор VT1 резко уменьшится, и напряжение на входе элемента DD1.1 станет соответствовать низкому логическому уровню. На выходе этого элемента установится высокий уровень, диод VD1 откроется и RS-триггер переключится в противоположное состояние. Светодиод HL1 погаснет, HL2 загорится, транзистор VT4 закроется, а VT3 откроется, поэтому двигатель M2 будет обесточен, а питающее напряжение поступит на двигатель M1. Робот будет смещаться вперед, но в сторону от черной линии, и когда он окажется над светлой поверхностью, весь процесс повторится заново — робот повернет в сторону линии. Таким образом, положение направляющей черной линии робот определяет в момент наезда на нее.

Регулировать скорость передвижения робота можно с помощью ШИ регулятора напряжения, собранного на элементах DD1.5 и DD1.6. Подстроечным резистором R6 изменяют длительность импульсов на выходе элемента DD1.6. При высоком уровне напряжения на этом выходе транзистор VT5 открыт, и



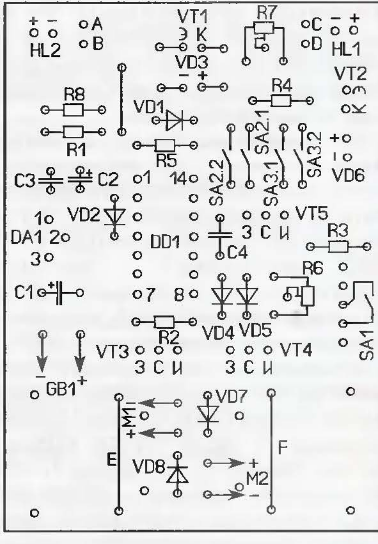


Рис. 2

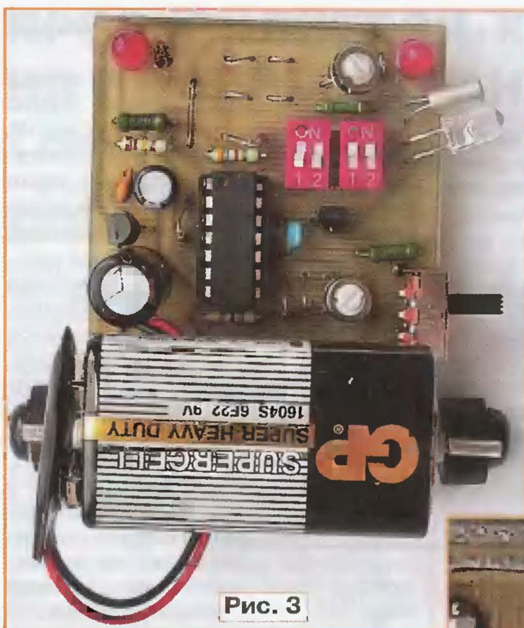


Рис. 3

питающее напряжение поступит на двигатель M1 или M2 в зависимости от того, какой из транзисторов открыт — VT3 или VT4. Изменяя длительность импульсов, можно изменять скорость вращения валов двигателей и тем самым — скорость перемещения робота.

Фототранзистор VT2 и светодиод VD6 позволяют роботу передвигаться вдоль стены или плинтуса. Поскольку они установлены с правой стороны платы, то стенка или плинтус также должны быть справа по ходу движения робота. Для включения этого режима работы должны быть замкнуты выключатели SA3.1 и SA3.2 (SA2.1 и SA2.2 — разомкнуты). Принцип работы устройства аналогичен тому, какой использован при движении робота вдоль линии. Только теперь ИК излучение диода VD6 будет отражаться от стены (плинтуса), а сопротивление фототранзистора VT2 изменяться в зависимости от его интенсивности. В зависимости от отражающей способности стены робот будет приближаться к ней на большее или меньшее расстояние.

Все детали монтируют на печатной плате толщиной 1...1,5 мм из односторонне фольгированного стеклотекстолита, ее чертеж показан на **рис. 2**. Применены постоянные резисторы С2-23, МЛТ, подстроечные — импортные 3392Н-1 или отечественные СП3-19а. Оксидные конденсаторы — импортные, остальные — керамические К10-17. Светодиоды можно применить любые немигающие красного цвета свечения, диоды 1N4148 можно заменить любыми диодами из серий КД521, КД522, а диоды 1N4007 — из серии 1N400x. Выключатель питания — B1550, SS8, выключатели SA2, SA3 — DS-02, электродвигатели — FF-030PK, батарея питания — 6F22.

Внешний вид смонтированной платы показан на **рис. 3**. Излучающий диод VD3 и фототранзистор VT1 устанавливают перпендикулярно плате со стороны печатных проводников (**рис. 4**). Для этого их выводы сначала вставляют в отверстия, обозначенные на плате "+", "−" (для VD3) и "Э", "К" (для VT1). Затем выводы выгибают, вставляют в рядом расположенные отверстия и припаивают. Диод VD6 и фототранзистор VT2 монтируют, как показано на **рис. 5** — под небольшим углом в сторону движения.


Рис. 4



Рис. 5

используя для облегчения пайки нейтральный беспромывочный флюс.

Последовательность монтажа двигателей такова. Предварительно из металлических канцелярских скрепок изготавливают четыре П-образные скобы. Двигатели устанавливают на позиции и фиксируют их этими скобами, по две штуки на один двигатель (**рис. 6**), причем скобы, обозначенные на рис. 2 E и F, выполняют также функции монтажных перемычек, поэтому должны быть припаяны надежно. Затем изготавливают подвеску для колес, в качестве которых применены резиновые ролики диаметром 12 мм. Для этого берут две канцелярские кнопки с пластмассовой ручкой. Отпиливают часть ручки и затем закругляют напильником место распила, а металлический конец кнопки залуживают. Надевают ролик на металлическую ось-скрепку и припаивают ее к плате, чтобы ролик вплотную прилегал к оси двигателя. Чтобы вращение вала двигателя передавалось на ролик, на вал следует надеть термоусадочную трубку диаметром на 1 мм больше диаметра вала.

Батарею питания крепят двусторонним скотчем к двигателям. Ток, потребляемый устройством при средней скорости перемещения, составляет около 50 мА и возрастает до 100 мА при максимальной скорости.

Налаживание проводят в следующей последовательности. Включают режим движения по линии и устанавливают робот на нее. Он должен передвигаться вдоль линии, если скорость окажется слишком большой, он может удаляться от линии, поэтому необходимо резистором R6 уменьшить скорость.

Резистором R7 устанавливают мощность ИК излучения, чем она больше, тем на большем расстоянии от стены будет передвигаться робот. Однако при этом сигнал, отраженный от темной линии, будет возрастать, что может привести к тому, что робот не сможет на нее реагировать. Поскольку на фототранзистор VT2 может попадать свет от искусственного или естественного освещения, это


Рис. 6

В качестве двух передних опор использованы металлические канцелярские скрепки. Для этого скрепки разрезают кусачками пополам, устанавливают их в отверстия A, B и C, D в передней части печатной платы и припаивают,

может помешать нормальной работе устройства. Чтобы уменьшить этот эффект, на фототранзистор надевают трубку темного цвета из ПВХ или бумаги длиной около 10 мм и ориентируют ее в направлении отраженного ИК излучения. ■

Ограничитель продолжительности зарядки аккумуляторных батарей

И. НЕЧАЕВ, г. Москва

Аккумуляторные батареи часто заряжают стабильным током в течение определенного времени. Чтобы предотвратить перезарядку, процесс каждый раз приходится контролировать: рассчитывать и запоминать время окончания зарядки, следить по часам, не наступил ли момент, когда ее необходимо прекратить. Это не удобно и, главное, чревато неприятными последствиями — забыв вовремя отключить батарею, можно нанести ей непоправимый вред.

Избежать неприятностей поможет предлагаемый ограничитель продолжительности зарядки, представляющий собой таймер на основе широко распространенных электронно-механических часов. По истечении заданного интервала времени он автоматически отключает аккумуляторную батарею. Его можно использовать с зарядными устройствами с выходным напряжением 5...20 В и током до 20 А.

Схема ограничителя продолжительности зарядки аккумуляторных батарей (далее для краткости — ограничитель) изображена на **рис. 1**. Его включают между выходом зарядного устройства (ЗУ) и заряжаемой аккумуляторной батареей. Потребляемый им ток невелик (при выходном напряжении ЗУ, равном 5 В, не превышает 1 мА, а при 20 В — 4 мА), поэтому на ход зарядки ограничитель практически не влияет. В нем применены электронно-механические часы-будильник с питанием от одного гальванического элемента напряжением 1,5 В (перед подключением часов к устройству его, естественно, необходимо удалить). Максимальная выдержка времени равна 12 ч, чего в большинстве случаев достаточно.

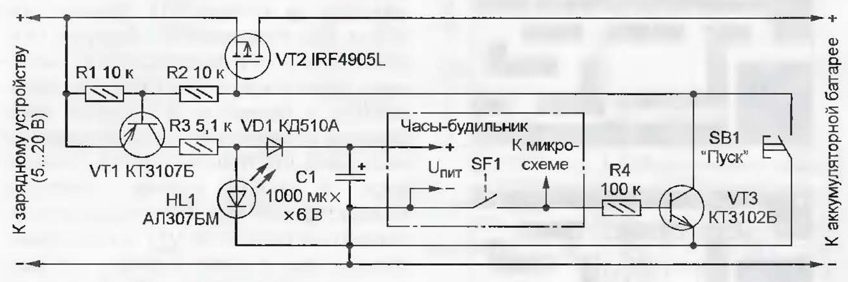


Рис. 1

На транзисторе VT1 собран электронный ключ в цепи питания часов, светодиод HL1 выполняет функции стабилитрона с напряжением стабилизации около 2 В и индикатора включения часов. Конденсатор C1 — накопительный, он обеспечивает нормальную работу часов, поскольку потребляемый ими ток имеет импульсный характер. Диод VD1 понижает снимаемое с HL1 напряжение примерно до 1,3 В и одновременно исключает разрядку конденсатора C1 через светодиод.

Зарядный ток поступает в аккумуляторную батарею через мощный переключательный полевой транзистор IRF4905L (VT2). Поскольку сопротивление его открытого канала зависит от напряжения затвор—исток, максимальное значение тока выбирают с учетом выходного напряжения ЗУ. При его значении, равном 5 В, ток через канал не должен превышать 5...6 А, а при 20 В может достигать 20 А. Если же транзистор снабдить эффективным теплоотводом, то ток через транзистор можно увеличить до предельного для IRF4905L значения 52 А (при напряжении затвор—исток 10 В и температуре окружающей среды до +70 °С).

Для отключения аккумуляторной батареи по истечении заданного интервала времени часы используют как будильник. Включение звукового сигнала осуществляет механический выключатель SF1, подвижный контакт которого связан с механизмом часов и в заданный момент соединяет один из выводов их микросхемы с минусовой линией питания.

Работает устройство так. Перед зарядкой батареи из часов извлекают элемент питания, минутную и часовую стрелки устанавливают на 12.00, а стрелку будильника — на время продолжительности зарядки. Затем, соединив часы с устройством в соответствии со схемой, подключают ЗУ и заряжаемую батарею и кратковременно нажимают на кнопку SB1 "Пуск". При этом открываются транзисторы VT1 и VT2, питающее напряжение с конденсатора C1 поступает на часы и одновременно начинается зарядка батареи. Поскольку на выводе микросхемы часов, к которому подключен резистор R4, появляется напряжение, близкое к их напряжению питания, открывается транзистор VT3. Благодаря этому, после отпускания кнопки SB1, транзисторы VT1, VT2 остаются открытыми и начавшийся отсчет выдержки времени и зарядка батареи продолжаются. Из-за импульсного характера потребляемого часами тока яркость свечения светодиода HL1 заметно колеблется в такт с "ходом" секундной стрелки.

По истечении установленного времени контакты выключателя SF1 замыкаются, напряжение на базе транзистора VT3 становится равным нулю и он закрывается, а вслед за ним в такое же состояние переходят и транзисторы VT1, VT2. В результате часы останавливаются и зарядка батареи прекращается. Перед остановкой часов кратковременно звучит сигнал будильника (его продолжительность зависит от емкости конденсатора C1).

Устройство собирают на печатной плате из односторонне фольгированного стеклотекстолита, изготовленной в соответствии с **рис. 2**. Ширина печатных проводников, по которым текут большие токи, должна быть не меньше, чем показано на чертеже. Детали монтируют на стороне проводников. Плата рассчитана на применение резисторов МЛТ, Р1-4, С2-23, конденсатор C1 — оксидный К50-35 или аналогичный импортный, для уменьшения толщины смонтированной платы его распола-

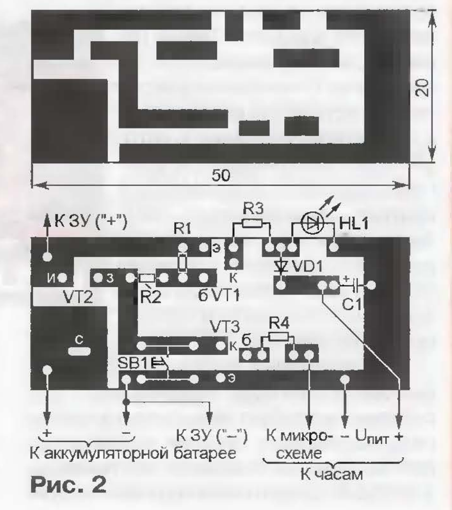
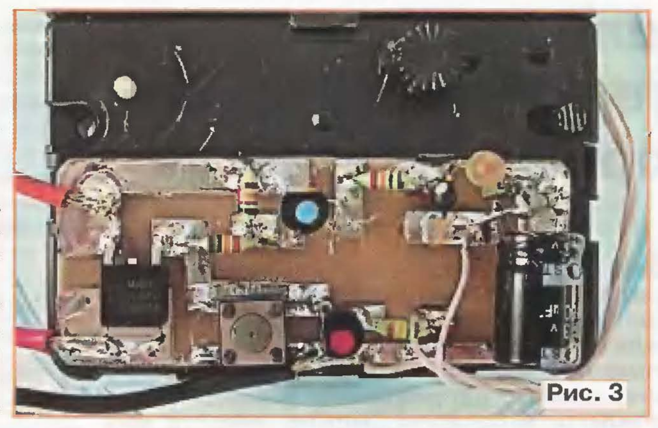


Рис. 2

гают на ней "лежа" и приклеивают к ней клеем "Момент".

Транзистор КТ3107Б заменим любым серий КТ3107, КТ361, КТ209, а КТ3102Б — любым серий КТ3102, КТ315. Вместо полевого переключательного транзистора IRF4905L допустимо использовать IRFR5505, однако в этом случае предельный ток зарядки придется уменьшить в несколько раз. Диод VD1 — любой малогабаритный кремниевый выпрямительный или импульсный, светодиод HL1 — любого


Рис. 3

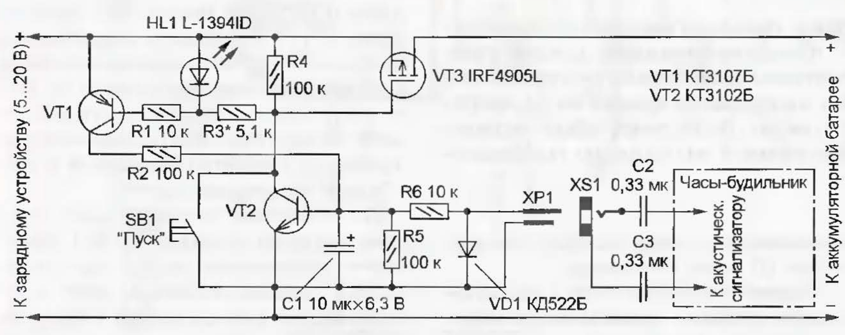


Рис. 4

типа с прямым напряжением 2...2,2 В при токе 1 мА. Кнопка SB1 — любая малогабаритная без фиксации в нажатом положении, например ПКн159.

Смонтированную плату помещают в пластмассовый корпус подходящих размеров или приклеивают к задней стенке корпуса часов (**рис. 3**). В последнем случае желательно защитить ее от внешних воздействий крышкой с отверстиями под толкатель кнопки и светодиод.

Доработка часов сводится к припайке трех тонких изолированных проводов к их печатной плате. Провода "+" и "–" напряжения питания припаивают непосредственно к контактным площадкам, к которым подходят ленточные проводники от кассеты гальванического элемента. Левый (по схеме) вывод резистора R4 соединяют с печатным проводником, идущим от микросхемы к контактной площадке, с которой при срабатывании будильника замыкается подвижный контакт выключателя SF1. Такая доработка не нарушает работоспособности часов, поэтому их с прежним успехом можно использовать и по прямому назначению.

При исправных деталях и отсутствии ошибок в монтаже налаживания устройство не требует. Надо только проверить напряжение питания часов, которое не должно выходить за пределы 1,3...1,5 В. В противном случае следует



Рис. 5


Рис. 6

заменить светодиод другим, с соответственно меньшим или большим прямым напряжением.

Отсчет времени зарядки аккумуляторной батареи можно возложить и на электронные часы с будильником. Если они позволяют устанавливать только время подачи сигнала, то длительность контролируемого временного интервала достигнет 24 ч. Однако в некоторых часах есть возможность устанавливать и день подачи сигнала, что позволит увеличить и этот интервал.

Схема ограничителя с использованием электронных часов показана на **рис. 4**. Его также включают между ЗУ и аккумуляторной батареей. Потребляемый от ЗУ ток не превышает нескольких миллиампер, что при зарядном токе 50 мА и более можно считать несущественным (при меньшем токе продолжительность зарядки придется соответствующим образом скорректировать).

На полевом транзисторе VT3 собран электронный ключ, через который зарядный ток поступает в аккумуляторную батарею. Узел на транзисторах VT1, VT2 благодаря положительной обратной связи по постоянному току обеспечивает надежное переключение устройства из одного состояния в другое. После подключения ЗУ и аккумуляторной батареи все транзисторы закрыты и светодиод HL1 погашен. При нажатии на кнопку SB1 транзисторы VT1 и VT3 открываются, батарея подключается к ЗУ и конденсатор C1 начинает заряжаться через открытый транзистор и резистор R2. Через доли секунды напряжение на нем возрастает настолько, что транзистор VT2 открывается, и кнопку можно отпустить. Коллекторный ток VT2 поддерживает открытым транзистор VT1, а его коллекторный ток, в свою очередь, не дает закрыться транзистору VT3. Светодиод HL1 светит, сигнализирует о том, что устройство включено.

На диоде VD1 собран выпрямитель сигнала будильника. В процессе зарядки аккумуляторной батареи он открыт напряжением на эмиттерном переходе транзистора VT2. В момент срабатывания будильника переменное напряжение ЗЧ с его акустического сигнализатора через конденсаторы C2, C3 и разъемный соединитель XP1XS1 поступает на диод VD1. Положительные полуволны сигнала ограничиваются диодом, а отрицательные разряжают конденсатор C1. Через доли секунды напряжение на нем снижается настолько, что транзистор VT2, а вслед за ним и VT1, VT3 закрываются, отключая батарею от ЗУ, а светодиод HL1 гаснет.

В устройстве применены резисторы и оксидный конденсатор тех же типов, что и в первом варианте ограничителя.

Конденсаторы C2 и C3 — керамические К10-17 или КМ, диод — любой импульсный кремниевый, вилка XP1 и гнездо XS1 — малогабаритные диаметром 2,5 или 3,5 мм, применяемые в бытовой аудиоаппаратуре для подключения головных телефонов.

Детали устройства монтируют на стороне печатных проводников платы, изготовленной по чертежу, показанному на **рис. 5**. Собранную плату (ее внешний вид представлен на **рис. 6**) помещают в пластмассовый корпус подходящих размеров. Гнездо XS1 устанавливают на задней стенке часов, конденсаторы C2 и C3 монтируют между его контактами и выводами акустического сигнализатора.

Налаживания устройство не требует. Яркость свечения светодиода HL1 при необходимости изменяют подбором резистора R3. Следует учесть, что полевой транзистор IRF4905L имеет встроенный защитный диод, установленный между стоком и истоком (анодом к стоку). Поэтому необходимо исключить возможность замыкания входа устройства при подсоединенной батарее, отключать ее в первую очередь или ввести в стоковую цепь транзистора VT3 диод (анодом к стоку) с прямым током не менее тока зарядки.

Из десятичной системы — в двоичную. Простой тренажер

А. ОЗНОБИХИН, г. Иркутск

Предлагаемое устройство предназначено для обучения переводу чисел из десятичной системы счисления в двоичную. Оно позволяет закрепить теоретические знания и в увлекательной форме довести их до автоматизма. Тренироваться лучше вдвоем. Сначала один испытуемый устанавливает на тренажере десятичные числа и ведет подсчет правильных ответов, а другой преобразует эти числа в двоичный код, вводит его с сенсорного пульта и нажимает на кнопку "Ответ". Затем (например, после 10...20 ответов) испытуемые меняются местами. Если двоичный код, соответствующий десятичному, введен верно, то при нажатии на кнопку ярко загорается зеленый светодиод "Правильно".

Схема тренажера представлена на **рис. 1**. В его состав входят четырехразрядный цифровой компаратор DD1, десятипозиционный переключатель SA1 ("Установка") с резисторами R3, R6, R9, R10 для установки низкого логического уровня на входах A DD1; пять сенсорных контактов, из которых четыре (E1—E4) — информационные, а пятый (E5) — общий; четыре ячейки (R1R2C1, R4R5C2, R7R8C3, R11R12C4), защищающие входы B DD1 от статического электричества при касании контактов E1—E4 пальцами и обеспечивающие поддержание лог. 0 на этих входах в исходном состоянии; электронный ключ на полевом транзисторе VT1, светодиод HL1 ("Правильно") и кнопка SB1 ("Ответ"). Резистор R13 ограничивает ток через светодиод, конденсатор C5 — блокировочный в цепи питания микросхемы. Батарею питания GB1 подключают к устройству выключателем SA2.

Коды двоичных чисел вводят касанием пальцами правой руки сенсорных контактов E1—E4 (при этом ладонь должна постоянно касаться общего контакта E5, соединенного с плюсовым проводом питания). Для подачи лог. 1 на тот или иной информационный вход B микросхемы DD1 прикасаются пальцем к соединенному с этим входом (через резистор) сенсорному контакту (E1—E4). При этом сопротивление кожи руки и резистор, соединяющий сенсорный контакт с общим проводом, образуют делитель, с которого часть напряжения питания поступает на информационный вход. Для подачи лог. 0 палец с контакта необходимо убрать (или не касаться его вовсе).

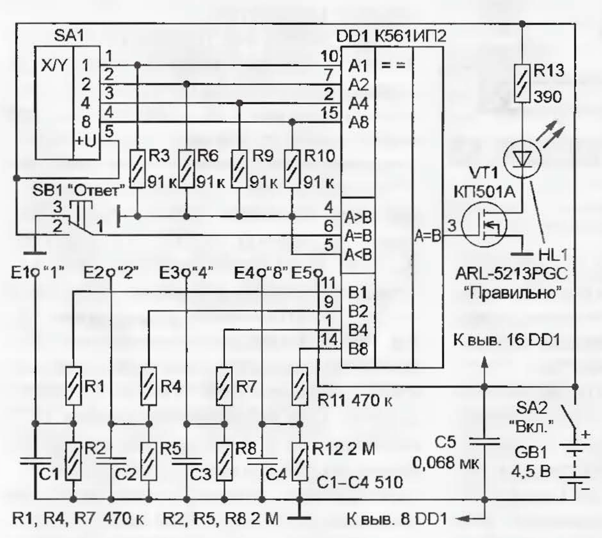


Рис. 1

При замыкании контактов выключателя SA2 ("Вкл.") устройство подключается к батарее питания GB1. В исходном состоянии контакты 1 и 3 кнопки SB1 ("Ответ") замкнуты, на входе A=B (вывод 6) компаратора DD1 установлен лог. 0, поэтому компаратор "закрыт", т. е. на его выходе A=B (вывод 3) установлен такой же логический уровень. Десятичное число от 0 до 9, двоичный код которого необходимо определить и ввести с сенсорного пульта, выбирают переключателем SA1 ("Установка"). Например, при установке в положение "5" на его выходе и, следовательно, на информационных входах A1, A2, A4, A8 (выводы 10, 7, 2, 15) микросхемы DD1 устанавливается код 0101 (здесь и далее младший разряд справа, а старший слева). Теперь, если положить ладонь руки на общий сенсорный контакт E5 и пальцами коснуться сенсорных контактов E1 и E3, то на входы B1, B2, B4, B8 (выводы 11, 9, 1, 14 соответственно) будет подан код 0101.

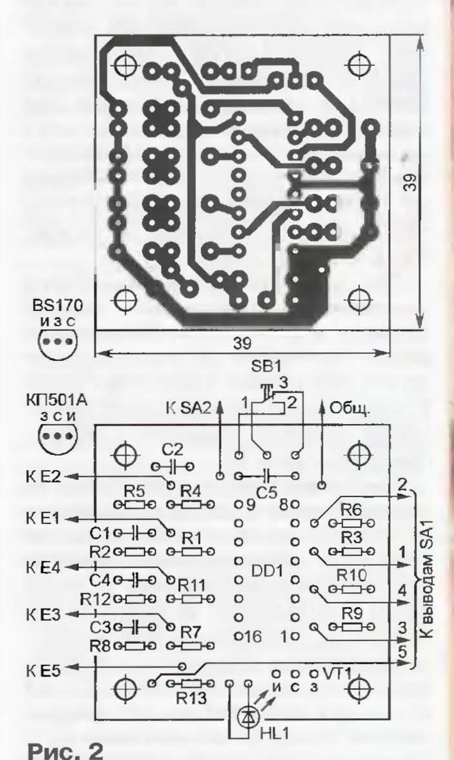


Рис. 2

Другими словами, на входах A и B установятся одинаковые коды, поэтому при нажатии на кнопку SB1, когда на вход A=B (вывод 6) поступит лог. 1, на одноименном выходе (вывод 3) микросхемы также появится лог. 1. В результате откроется транзистор VT1 (сопротивление его канала резко уменьшится до нескольких ом) и светодиод HL1 начнет ярко светить, подтверждая правильный ответ. После отпускания кнопки на выходе микросхемы вновь появится лог. 0, транзистор закроется (сопротивление его канала возрастет) и светодиод погаснет.

Если двоичный код введен с пульта не правильно, т. е. коды на входах A и B DD1 не совпадают, то лог. 1 на выходе A=B (вывод 3) при нажатии на кнопку SB1 не появится, транзистор VT1 останется закрытым и светодиод не зажжется, что укажет на ошибку.

Детали устройства, кроме кнопки SB1, переключателя SA1, выключателя SA2 и светодиода HL1, монтируют на печатной плате (**рис. 2**) из одностороннe фольгированного стеклотекстолита толщиной 1...1,5 мм. Резисторы — МЛТ, С2-23, С2-33, конденсаторы — КМ, К10-7, К10-17. Пайку деталей следует вести паяльником с заземленным жалом. Обойтись без заземления можно, применив для соединения микросхемы и транзистора с остальными деталями на плате специальные розетки (панели).

Транзистор КП501А заменим любым из серий КП501—КП505 или импортным BS170 (с учетом цоколевки). Вместо светодиода ARL-5213PGC можно использовать любой другой сверхъяркий зеленого цвета свечения, например OSBG5111A-VW. Микросхема К561ИП2 заменима отечественной 564ИП2 (с удлинением выводов при монтаже отрезками тонкого луженого провода) или импортной MC14585A. Выключатель питания SA2 — тумблер MT-1, SMTS-102-A2, SMTS-102-2A2 или любой другой, подходящий по габаритам. Кнопка SB1 — КМ1-I.

Все детали тренажера размещают в пластмассовом корпусе прямоугольной формы с внутренними размерами не менее 200×150×40 мм. Расположение органов управления и индикации на его верхней стенке, одновременно являющейся основой сенсорного пульта, показано на **рис. 3**.

Сенсорные контакты закрепляют на верхней стенке в порядке следования разрядов вводимых чисел (младший разряд — справа, старший — слева): на безымянный палец "назначен" разряд с весом 1 (младший), на средний — с весом 2, на указательный и большой — соответственно с весами 4 и 8 (старший). В качестве контактов E1—E4 используют винты M2 или M3. Для увеличения площади касания пальцев с контактами под головки винтов подкладывают металлические шайбы диаметром 12...15 мм. С обратной стороны на винты надевают лепестки для припайки проводов, соединяющих сенсорные контакты с платой, затем обычные и пружинные шайбы и навинчивают гайки. Для улучшения внешнего вида контактов рекомендуется использовать винты и шайбы с никелевым или хромовым покрытием.

Общий сенсорный контакт E5 (под нижнюю часть ладони) в виде полоски шириной 8...10 и длиной 80...90 мм вырезают из луженой жести и закрепляют на верхней стенке двумя винтами M2 (M3) с гайками.

В качестве переключателя SA1, преобразующего десятичные числа в двоичные, в авторском варианте тренажера использована одна из трех одинаковых секций переключателя ПП8 и две боковые стенки. (Другими словами, из переключателя изъяты две неиспользуемые в данном случае секции). В таком доработанном виде переключатель вставляется в прямоугольное отверстие размерами 23×24,5 мм, вырезанное в верхней крышке корпуса. Десятичное число устанавливают нажатием на верхний или нижний зубец оцифрованного (от 0 до 9) зубчатого диска, причем за один раз возможен перевод переключателя только в соседнее положение (например, из положения "5" в положение "4" или "6).

Рис. 3

При отсутствии такого переключателя можно применить его самодельный аналог (**рис. 4**), собранный на основе малогабаритного галетного переключателя ПМ, П2Г-3, ПГ2 или ПГ3 на 11 (12) положений и 4 направления (11П4Н). При установке такого переключателя на верхней стенке глубину корпуса придется увеличить до 45...70 мм (в зависимости от типа переключателя), а вокруг ручки управления нанести соответствующие положениям переключателя цифры от 0 до 9. Ограничение числа положений с 11 (12) до 10 достигается перестановкой предусмотренного для этой цели фиксатора.

Питают тренажер от батареи типоразмера 3R12 (3336Л) с номинальным напряжением 4,5 В или от сетевого блока на основе понижающего трансформатора с выходным стабилизированным напряжением 4,5...9 В и током не менее 20...30 мА. Устройство сохраняет работоспособность при снижении напряжения источника до 3,5 В. Не исключен вариант питания от батареи, составленной из трех Ni-Cd или Ni-MH аккумуляторов типоразмера AA или AAA (для них рекомендуется использовать специальный контейнер) или аккумуляторной батареи типоразмера 6F22 (9 В) отечественного ("Ника") или зарубежного производства (например, фирмы "Ansmann").

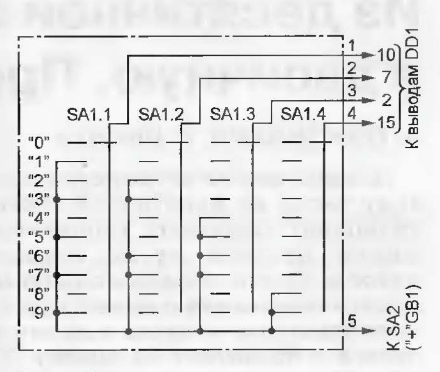


Рис. 4

Собранный без ошибок и из исправных деталей тренажер работоспособен сразу после включения питания и налаживания не требует.

При работе на тренажере следует помнить, что для надежного ввода кода прикасаться к контактам лучше не кончиками пальцев, а их подушечками, где кожа тоньше и, следовательно, сопротивление ее постоянному току меньше.

Для испытуемых с повышенным сопротивлением кожи рук напряжение питания тренажера можно повысить до 9...15 В. Если этого окажется недостаточно для уверенного ввода двоичного кода, сопротивление резисторов R2, R5, R8, R12 следует увеличить до 3,3—5,1 МОм, одновременно уменьшив емкость конденсаторов C1—C4 до 240—270 пФ. При напряжении питания $U_{пит}$, большем 10 В, необходимо заменить резистор R13. Ориентировочно его сопротивление (в омах) определяют по формуле $R5 = (U_{пит} - 3)/0,02$. В устройство устанавливают резистор ближайшего (в большую сторону) номинала.

РАДИО
тел. 607-68-89
E-mail: mail@radio.ru
При содействии Союза радиолюбителей России
о связи
ЖУРНАЛ В ЖУРНАЛЕ



РОССИЯ ПОБЕДИЛА!

Борис СТЕПАНОВ (RU3AX), г. Москва

Споры о том, как объективно выявить победителя в заочных соревнованиях по радиосвязи на коротких и ультракоротких волнах, не прекращаются с момента появления таких соревнований. Причем десятилетия бурных обсуждений различных вариантов положений ни на сантиметр не продвинули решение этой проблемы. Очередной всплеск этой дискуссии произошел в самом начале 60-х годов прошлого века, когда радиоспорт был включен в Единую всесоюзную спортивную классификацию. Именно тогда и прозвучали впервые идеи о переходе в чемпионатах страны по радиосвязи на КВ и УКВ к очным соревнованиям. Более того, именно тогда прошли первые очные УКВ соревнования.

Причины, почему ультракоротковолновики оказались готовы к очным соревнованиям, были две. Во-первых, проблема неравенства условий работы спортсменов у них стояла острее из-за особенностей распространения радиоволн на УКВ. А во-вторых, в те годы они уже несколько лет проводили "Полевые дни". Иными словами, они уже создавали УКВ технику для работы в полевых условиях и реально проверяли ее в течение нескольких лет.

После успешного опыта на УКВ в стране зазвучали предложения перейти и в КВ чемпионатах страны к очной форме. Но явно "автомобильный мессия явился раньше срока". К такой форме состязаний не были готовы ни те, кто тогда отвечал за радиоспорт в стране, ни сами коротковолновики. Организаторам она казалась слишком хлопотной и затратной, а у спортсменов просто не было подходящей техники, да и желания ее создавать, похоже, не было тоже.

В продвижении очной формы соревнований в КВ радиосвязи наступила долгая пауза примерно в полтора десятилетия... Ситуация изменилась в 1980 г., когда за "проталкивание" этой идеи взялся журнал "Радио". С помощью литовских коротковолновиков, проводивших свои летние полевые слеты, были организованы первые экспериментальные очно-заочные соревнования по радиосвязи на КВ.

Старая идея на новом историческом отрезке захватила коротковолновиков страны — они уже были готовы к ней и горячо выступили в поддержку очных КВ соревнований. Но ЦРК СССР и ФРС страны к этому не были готовы, поэтому журнал "Радио" еще в течение нескольких лет проводил всесоюзные очно-заочные соревнования на призы журнала, прежде чем появились очные чемпионаты страны.

Со временем наша идея объективного выявления сильнейших спортсменов мира в радиосвязи на КВ через очные соревнования дошла и до ведущих зарубежных контестменов. И двадцать лет назад в Сиэтле в рамках "Игр Доброй воли" прошел первый командный чемпионат мира по радиосвязи на КВ — WRTC. Правда, как первый, так и все последующие WRTC проходили по более простой, но более удобной в организационном плане схеме — спортсмены размещались по домам у местных радиолюбителей. Это было, конечно, объективнее, чем заочный вариант соревнований, но существенно уступало уже отработанному у нас варианту.

Показать все его преимущества россияне смогли в этом году, на шестом WRTC. Когда Союз радиолюбителей России встал на ноги и появилась возможность проведения у нас в стране такого грандиозного мероприятия, как чемпионат мира, мы предложили в 2006 г., сразу после окончания предыдущего WRTC в Бразилии, кандидатуру нашей страны.

Надо прямо сказать, что прошедший в России чемпионат (на "исторической родине очных КВ соревнований") во многих аспектах был первым. Начнем с того, что предложенная нами формула отбора участников очной части была признана международным контест-сообществом как самая справедливая из тех, что когда-либо использовались на предыдущих WRTC. Это говорит о многом.

Более того, впервые правила проведения командного чемпионата действительно показывали, что в соревнованиях участвуют именно команды с двумя полноценными операторами. А не два по очереди меняющихся местами оператора. Этот формат соревнований действительно понравился всем потенциальным участникам, и как впоследствии показала практика, WRTC от этого только выиграл.

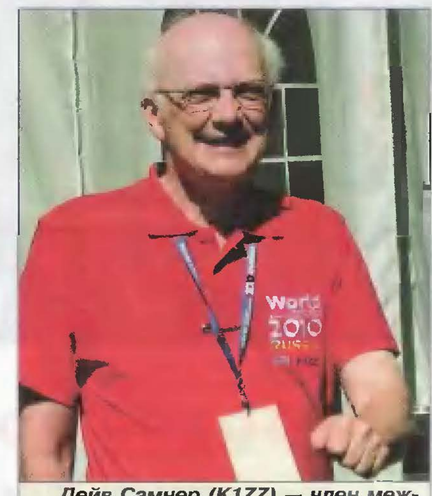


Алексей Михайлов (RA1AIP) и Владимир Аксёнов (RW1AC) — чемпионы мира!

РАДИО®

Следующее "впервые" — это размещение всех участников практически в равных условиях на ограниченной территории. Для нас этот формат очных соревнований всегда был очевидным, и именно он использовался на чемпионатах страны в СССР и затем в России целых тридцать лет.

Для решения этой задачи надо было найти не менее 50 рабочих позиций (к участию в чемпионате мира допускаются 50 команд), находящихся на расстоянии не менее 500 м друг от друга и на высотах, не отличающихся друг от друга более чем на 20 метров. Плюс — они были открыты для всех основных направлений. Найти их было не просто (в частности, еще с учетом необходимости согласования с хозяевами), но за три года подготовки к чемпионату все же удалось определить около 70 приемлемых позиций, из которых перед чемпионатом были выбраны необходимые 50.



Дейв Самнер (K1ZZ) — член международного жюри WRTC-2010 и исполнительный директор ARRL.

Особо надо отметить, что успешное проведение чемпионата мира было бы невозможно без самоотверженной работы волонтеров. В их задачу входило развертывание полевых позиций, настройка антенно-фидерного хозяйства и полное техническое обеспечение бесперебойной работы участников. И это все в условиях необычной для Московского региона летней жары.



Евгений Даниэльян (R2AA, RW3QC) ведет видеорепортаж с церемонии открытия чемпионата.

Когда было объявлено о поиске волонтеров, коротковолновики со всей страны присылали письма с просьбами включить их в группу добровольцев, готовых приехать в Подмосковье для бескорыстной помощи организаторам чемпионата. После таких писем и такого порыва понимаешь, что не все так плохо в нашей стране. Волонтеров набралось около 170 человек, причем примерно 30 из них были молодые ребята и девчонки от 13 до 20 лет! И это еще раз показывает, что не все у нас плохо в радиоспорте.



На открытии чемпионата команда хозяев была последней, но на закрытии россияне были в первых рядах.

Судейство чемпионата осуществляло международное жюри, которое возглавлял Михаил Клоков (UA9PM), имеющий большой опыт судейства очных чемпионатов России. Значительная часть работы судейской коллегии осуществляется на компьютере, и здесь с подготовкой специального программного обеспечения справился Дмитрий Гуляев (UA4WLI). Как сам необычный для иностранных радиолюбителей формат чемпионата, так и его программное обеспечение были тщательно проверены представителем международного оргкомитета Роджером Вестерном (G3SXW), специально приехавшим для этого на прошлогодний чемпионат России.

Следует отметить и еще одно "впервые" — с чемпионата было организовано с помощью web-камеры интернет-вещание, поэтому коротковолновики в разных странах мира имели возможность в реальном времени не только наблюдать за тем, что происходило на чемпионате, но и обмениваться мнениями об увиденном с другими "интернет-зрителями" в on-line режиме.

Более того, в тот период, когда проходила эфирная часть чемпионата, можно было в on-line режиме получать информацию о текущих результатах участников и о местах, на которых они находятся. Эта информация на сайте WRTC обновлялась один раз в час.

А следить за динамикой работы участников было действительно интересно. Основная российская команда, в составе которой были Владимир Аксёнов (RW1AC) и Алексей Михайлов (RA1AIP) из Санкт-Петербурга, прочно держалась в верхних строчках таблицы, занимая либо первое, либо второе место. Но текущие места в первой пятерке за 24 часа чемпионата вообще-то изменялись не один раз.

И вот эфирная часть чемпионата закончилась — потянулись несколько часов томительного ожидания, пока шла компьютерная и ручная проверка отчетов с прослушиванием, при необходимости, аудиозаписей работы спортсменов в эфире.

Наконец наступил момент объявления итогов командного чемпионата мира по радиосвязи на коротких волнах 2010 г. От имени судейской коллегии это делает Дейв Самнер (K1ZZ) — один из самых известных коротковолновиков в мире. И когда он произнес "Radio Three Two Foxtrot", зал взорвался от восторженных криков: "Россия!". Это был контест-позывной российской команды, позывной Владимира и Алексея.

Да, мы победили, и это была заслуженная победа. Но не надо думать, что она далась нам легко. Из итоговых таблиц видно, насколько плотными были результаты всех участников, и особенно тех, кто вошел в первую десятку. Достаточно сказать, что второе место от первого по очкам отделили всего лишь 0,5 процента. К этому можно добавить, что в десятке сильнейших команд мира по итогам WRTC-2010, помимо команды-чемпиона, есть еще две российские команды.

Когда чемпионат закончился, многие участники отметили высочайший класс его проведения и что российский оргкомитет WRTC-2010 поднял уровень чемпионатов на необыкновенную высоту. Многие наши российские задумки и опыт, накопленный в домашних чемпионатах, сработали здесь на 100 процентов — ведь 30-летний опыт поиска оптимальных решений очной формы КВ соревнований есть только в России.

Уровень прошедшего чемпионата лучше всего характеризуют слова Дэйва Самнера (K1ZZ), произнесенные им при закрытии WRTC-2010. Они настолько были искренни и пропущены через себя, что даже сбили его голос: *"Если бы я мог увезти с собой в чемодане тот дух человеческих взаимоотношений, который я увидел здесь, то во что бы то ни стало сделал бы это, несмотря на то, что перевес очень дорого стоит на трансатлантических перелетах".*

Фото UA9MA и автора

Синтезатор частоты на микросхеме AD9835

Алексей ТЕМЕРЕВ (UR5VUL), г. Светловодск, Украина

Предлагаемый синтезатор предназначен для совместной работы с приемными и передающими трактами диапазонов 160, 80 и 40 метров с промежуточной частотой 500 кГц.

Синтезатор частоты собран на базе микросхемы прямого цифрового синтеза (DDS) AD9835 [1]. В ней имеются аккумулятор фазы, ПЗУ, хранящее функцию косинус и цифроаналоговый преобразователь (ЦАП). Аккумулятор фазы представляет собой накопительный регистр, содержимое которого с каждым поступающим от внешнего тактового генератора импульсом увеличивается на определенное число, называемое кодом частоты. Длина аккумулятора в микросхеме AD9835 — 32 двоичных разряда. Его переполнения игнорируются, счет после них продолжается. Число, накопленное в аккумуляторе, служит аргументом функции косинус, отсчеты которой хранятся в специальном ПЗУ. На выходе ЦАП, подключенного к выходу ПЗУ, получаем синусоидальное напряжение заданной частоты $f_{вых}$. Ее можно определить по формуле

$$f_{вых} = f_{такт}\frac{M}{2^N},$$

где $f_{такт}$ — тактовая частота; N — число разрядов аккумулятора фазы; M — код частоты, занесенный в микросхему по последовательному интерфейсу.

Технические характеристики

Шаг перестройки, Гц 10, 50, 1000
Напряжение сигнала на нагрузке 50 Ом, В, не менее 0,5
Напряжение питания, В 12
Ток потребления, мА, не более 200

Схема синтезатора приведена на **рис. 1**. Микроконтроллер DD1 обрабатывает нажатия кнопок управления SB1—SB4, импульсы валкодера, поступающие на разъем XP2, и выдает код частоты на входы SCLK и SDATA микросхемы DDS (DA3). Загрузка каждого кода сопровождается импульсом, подаваемым на вход FSYNC. В микроконтроллере включен внутренний тактовый генератор. Источником тактовых импульсов частотой 50 МГц для DDS служит интегральный кварцевый генератор G1. Сигнал с выхода DDS проходит через двухзвенный ФНЧ с частотой среза около 8 МГц (C16L3C17L4C18) и буферный усилитель на транзисторе VT1.

Для отображения информации применен подключаемый к разъему XP3 двухстрочный ЖКИ по 20 символов в строке с встроенным контроллером HD44780. В скобках у выводов разъема указаны номера выводов использованного ЖКИ MDLS-20265. При его замене аналогичным другого типа следует учитывать, что нумерация выводов может быть иной. При загрузке в микроконтроллер DD1 соответствующей версии программы можно применить и ЖКИ с двумя строками по 16 символов.

Схема узла оптического валкодера, подключаемого к разъему XP2, изображена на **рис. 2**. Позиционные обозначения элементов здесь в основном соответствуют имеющимся в [2], где этот узел описан подробно. Между излучающим диодом VD7 и сдвоенным фотодиодом VD8 находится непрозрачный для ИК лучей диск с прорезями. При вращении диска фотодиоды поочередно затеняются и освещаются, в результате чего закрываются и открываются транзисторы VT5 и VT6. По знаку фазового сдвига

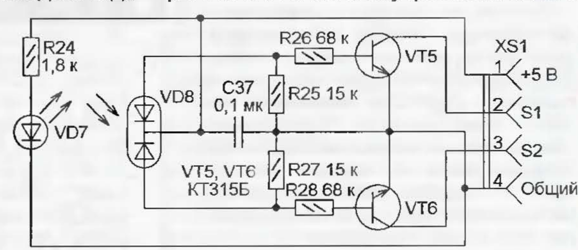


Рис. 2

Рис. 1



Рис. 3


Рис. 4

между импульсами на их коллекторах микроконтроллер определяет направление вращения диска, а по числу импульсов — угол его поворота.

При подаче питания синтезатор начинает работать в диапазоне 160 метров на частоте, записанной ранее в память микроконтроллера в качестве стартовой. Нажатиями на кнопку SB4 диапазоны переключаются по кругу. О включенном диапазоне сигнализирует высокий уровень на соответствующем контакте разъема XP1. Эти сигналы можно использовать для управления внешними устройствами.

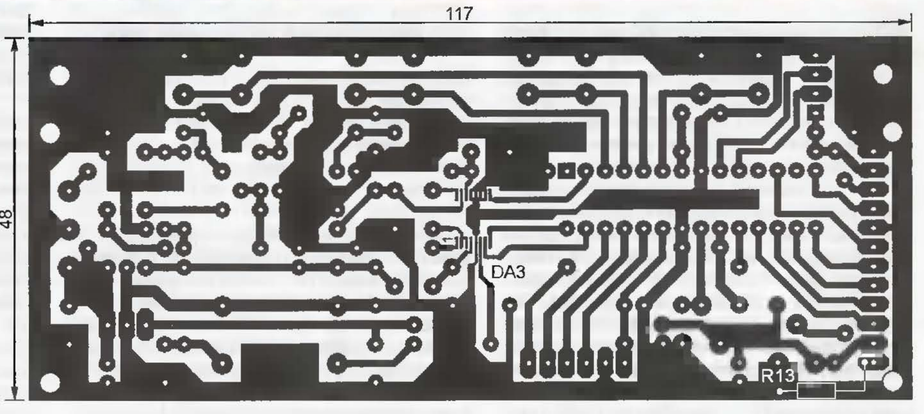
По умолчанию шаг перестройки синтезатора — 50 Гц. Но если вращать валкодер при нажатой кнопке SB2, перестройка будет происходить с шагом 1 кГц, а при нажатой кнопке SB3 — с шагом 10 Гц. Одновременным нажатием на кнопки SB2 и SB4 текущее значение частоты записывают в энергонезависимую память микроконтроллера для использования в качестве стартового.

При нажатии на кнопку SB1 установленная частота запоминается в памяти микроконтроллера. На эту частоту синтезатор будет автоматически переходить в режиме передачи (при низком уровне напряжения, поданного на контакт 1 разъема XP1). Причем в режиме приема сохраняется возможность настроиться на любую частоту диапазона. После повторного нажатия на кнопку SB1 синтезатор возвращается к обычному режиму работы без разноса частот передачи и приема.

О режиме работы — приеме или передаче — сигнализируют надписи, выводимые в левой части верхней строки ЖКИ (**рис. 3**). В этой же строке выводится значение установленной рабочей частоты, а нижняя строка отведена для отображения уровня напряжения, поступающего на контакт 6 разъема XP1. Подразумевается, что это напряжение с выхода S-метра приемника. Шкала отображения — линейная. Масштаб регулируют подстроечным резистором R6. Оптимальной контрастности изображения на табло ЖКИ добиваются подстроечным резистором R12.

Синтезатор собран на печатной плате размерами 117×48 мм из фольгированного с двух сторон стеклотекстолита, причем верхний слой фольги служит экраном (**рис. 4**). Чертеж платы и размещение деталей на ней показаны на **рис. 5**. ЖКИ закреплен над платой на стойках со стороны печатных проводников. С этой же стороны установлены кнопки SB1—SB4 и припаян непосредственно к печатным проводникам резистор R13.

Дроссели L1, L2, L5 — малогабаритные импортные. Катушки L3 и L4 содержат по 20 витков провода диаметром 0,25 мм на кольцах К7×4×2 из феррита 20ВЧ. Можно применить и готовые катушки указанной на схеме индуктивности. Трансформатор T1 имеет три обмотки по 15 витков провода диаметром 0,25 мм на кольце К7×4×2 из феррита 600НН или 1000НН. Генератор G1 — КХО-200 на 50 МГц.



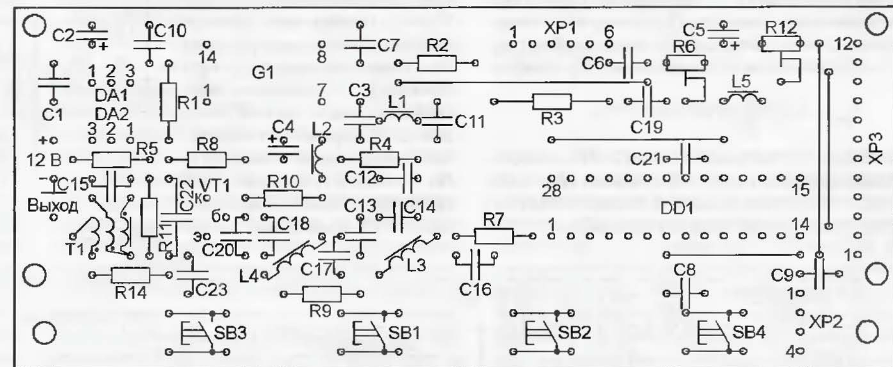


Рис. 5

К статье прилагаются четыре варианта программы для микроконтроллера DD1, имена файлов которых указаны в **таблице**. Они различаются тем, что частота $f_{вых}$, генерируемая синтезатором, может быть на 500 кГц (значение ПЧ, заложенное в программу) больше или меньше частоты приема—передачи f_0, выводимой на ЖКИ. Сам ЖКИ в зависимости от версии программы должен отображать 20 или 16 символов в каждой из двух строк.

В микроконтроллере должны быть запрограммированы (отмечены "галочками" в окне Configuration and Secirity Bits программы Ponyprog) следующие разряды: BODLEVEL, BODEN, SUT0, SKSEL0, SKSEL1, SKSEL3. Автор пользовался для программирования микроконтроллера описанным в [3] простым адаптером, подключаемым к COM-порту компьютера.

Имя файла (*.hex)	Частота, кГц	Индикатор (симв.×строк)
ad9835synt	f_0+500	20×2
ad9835low	f_0–500	20×2
ad9835_1602h	f_0+500	16×2
ad9835_1602_low	f_0–500	16×2

Перед первым включением синтезатора необходимо тщательно проверить печатную плату на отсутствие замыканий между проводниками, особенно в районе выводов микросхемы DA3. При правильно собранной цифровой части после подачи питания на индикаторе синтезатора будет отображена частота 1900 кГц.

ЛИТЕРАТУРА

1. 50 MHz CMOS Complete DDS AD9835. — <http://www.analog.com/static/imported-files/data_sheets/AD9835.pdf>.

2. **Темерев А.** Однодиапазонный синтезатор частоты. — Радио, 2004, № 12, с. 57—60.

3. **Темерев А.** Синтезатор частоты КВ трансивера. — Радио, 2009, № 9, с. 55—57.

От редакции. Программы микроконтроллера синтезатора имеются на нашем FTP-сервере по адресу ***<ftp://ftp.radio.ru/pub/2010/09/synt9835.zip>****.*

Микрорадиостанция УКВ для настройки антенн

Владимир РУБЦОВ (UN7BV), Ольга ЛЕЗНАЯ (UN8BV), г. Астана, Казахстан

При настройке антенн часто возникает необходимость в небольших маяках, а также в оперативной связи между радиолюбителем, который находится в квартире у радиостанции, и тем, кто производит необходимые операции непосредственно у антенны. Если помимо стационарной УКВ ЧМ радиостанции есть еще и портативная, это не проблема. А если "портативки" нет, решить эти проблемы позволяет простейшая УКВ ЧМ микрорадиостанция на диапазон 2 метра, о которой рассказывается в этой статье.

Изначально авторами был разработан миниатюрный маяк, предназначенный для настройки УКВ антенн диапазона 2 метра. Некоторое небольшое усложнение этой конструкции позволило создать на его основе и УКВ микрорадиостанцию, которую можно использовать и как маяк, и как средство ближней связи при отладке антенн.

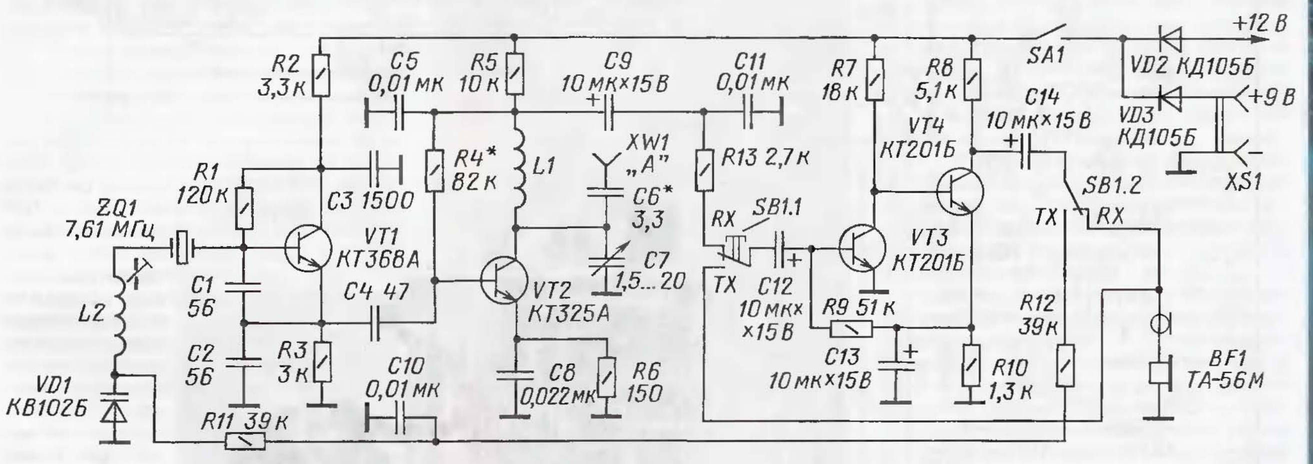


Рис. 1

На **рис. 1** показана схема простейшего УКВ ЧМ приемопередатчика, который позволяет подавать оператору, находящемуся в "шэке", голосовые команды и получать подтверждения их выполнения (например, включить/выключить радиостанцию на излучение, повернуть на определенный угол антенну, измерить КСВ и т. п.). При этом оператор, находящийся в квартире, использует для связи стационарную УКВ ЧМ радиостанцию.

Тракт на транзисторах VT3, VT4 используется как усилитель сигналов ЗЧ в режиме приема и как микрофонный в режиме передачи. Соответственно, капсюль BF1 — это и телефон, и микрофон (в зависимости от режима работы). При передаче он через переключатель SB1 подключен к входу усилителя, с выхода которого усиленный сигнал через фильтр R12C10R11 поступает на варикап VD1, осуществляющий частотную модуляцию сигнала. Сигнал кварцевого генератора на транзисторе VT1 (рабочая частота 7,61 МГц — 144,59 МГц на 19-й гармонике) поступает на усилитель ВЧ на транзисторе VT2 и далее через разъем XW1 в антенну.

В режиме приема переключатель SB1 переключает капсюль BF1 на выход усилителя ЗЧ, а вход усилителя подключает к точке соединения конденсаторов C9 и C11, т. е. к выходу каскада на транзисторе VT2, который преобразует ВЧ сигнал, поступающий с антенны, в звуковую частоту.

Подобные варианты реализации телеграфных микротрансиверов прямого преобразования, работающих в КВ диапазоне (обычно 40 или 80 метров), известны. Различие состоит в том, что этот каскад в данной конструкции работает не на основной частоте, а на 19-й гармонике задающего генератора. По характеру работы — "суперные шумы", возможность приема не только SSB, но и FM — есть основания предполагать, что в этом случае имеет место быть не простое прямое преобразование частоты, а какие-то комбинированные процессы. Ясности в этом вопросе пока нет, но факт налицо: приемник работает, принимая сигналы FM радиостанции.

Для питания устройств можно использовать внешний источник постоянного напряжения +12 В или автономный — батарею "Крона". Потребляемый ток — 3...6 мА.

Микрорадиостанция собрана на печатной плате размерами 63×68 мм из двусторонне фольгированного стеклотекстолита толщиной 1,5 мм. Эскизы печатных плат и расположение на них радиоэлементов приведены на **рис. 2**. Плату устанавливают в корпус размерами 121×71×38 мм, изготовленный из дюралюминиевых пластин. Эскизы корпуса приведены на **рис. 3** и **рис. 4**. Боковые стенки и внутренняя перегородка имеют толщину 4 мм, а остальные — 2 мм. Внутри корпус разделен перегородкой на два отсека: в большем расположена основная масса деталей, меньший отек предназначен для размещения батареи питания типа "Крона". В нем же установлен и разъем подключения внешнего питания XS1. Крышка отсека питания выдвижная, для чего в боковых стенках корпуса пропилены треугольные пазы.

В левой боковой стенке корпуса сделано отверстие диаметром 20 мм для установки кварцевого резонатора. В данной конструкции применены кварцевые резонаторы от радиостанции РСИУ-3М (крупногабаритные в цилиндрических карболитовых корпусах). В авторском варианте — резонатор с обозначением на корпусе Б589. Для диапазона 144...146 МГц можно использовать любые резонаторы на частоты 7,579...7,684 МГц (рабочая частота соответствует 19-й гармонике). Резонатор выступает наружу из корпуса на 7 мм.

В микрорадиостанции применены следующие детали: резисторы — МЛТ-0,25, конденсаторы — КМ, КТ, К53-4. Конденсатор переменной емкости — 1КПВМ-1 с удлиненной осью или другой подобный подходящего размера и емкости. Кнопка малогабаритная — КМ2-1, микротумблер — МТ-1. Антенные разъемы XW1 — СР-50-74ФВ. Антенна длиной 52 см изготовлена из отрезка стальной проволоки диаметром 1,5 мм. Верхний конец проволоки, в целях безопасности, изогнут в виде кольца диаметром 6 мм. Провод подключения телефонного капсюля экранированный низкочастотный. Телефонный капсюль BF1 — ТА-56М с сопротивлением катушки 1600 Ом. Его можно заменить капсюлем ТОН-2.

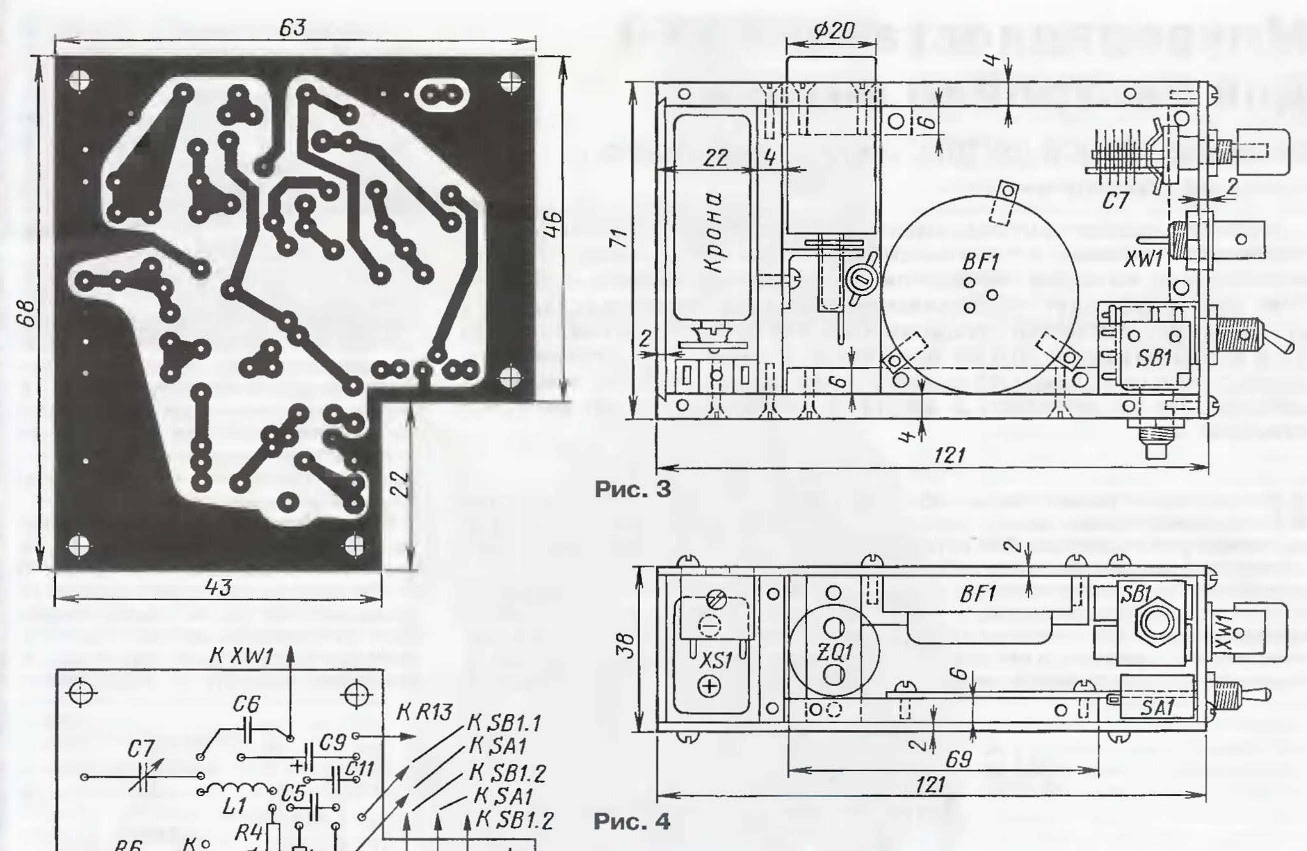


Рис. 3

Рис. 4

Рис. 2

Рис. 5

Катушка L1 — бескаркасная, содержит 4 витка посеребренного медного провода диаметром 0,8 мм. Длина намотки — 10 мм, диаметр катушки — 7 мм. Катушка L2 содержит 25 витков провода ПЭЛ 0,24, намотанных "в навал" на пластмассовом каркасе диаметром 8 мм (длина намотки — 7 мм). Внутри каркаса имеется резьба для подстроечника — ферритового или латунного.

Сначала налаживают усилитель низкой частоты, подбирая сопротивление резистора R9 так, чтобы напряжение на коллекторе транзистора VT4 составило примерно половину питающего. Затем подстроечником катушки L2 добиваются попадания сигнала передатчика в полосу пропускания контрольного приемника. Далее подстраивают конденсатор C7 до получения максимального сигнала от внешнего передатчика (или своего сигнала на контрольном приемнике) и затем подбирают резистор R4 до получения максимального уровня шумов в телефоне (режим приема) при отсутствии сигнала на входе (положительные результаты дает и подбор резистора R5) либо по наилучшему качеству приема (шумы при этом должны подавляться) при наличии сигнала работающей станции на входе.

Шум заметно увеличивается, если отсоединить один из концов конденсатора C11, что помогает при настройке, но после настройки его следует подключить на место — качество приема при этом несколько улучшается. Улучшить качество приема можно еще и небольшой расстройкой контура L1C7 (перестройкой C7), при этом частотная характеристика приемного контура несколько смещается от центральной частоты принимаемой станции (она попадает на скат характеристики) — прием ЧМ сигналов заметно улучшается. Подбором емкости конденсатора C6 с одновременной подстройкой C7 можно добиться наилучшего согласования выходного контура с антенной (критерий — максимум сигнала на S-метре контрольного приемника).

Вид на монтаж микрорадиостанции приведен на **рис. 5**.

При настройке антенн с помощью этой микрорадиостанции команды дежурящему на основной станции оператору подают голосом в микрофон, нажав при этом на кнопку SB1, а подтверждение выполненных им команд получают в режиме приема при отпущенной кнопке SB1.

Простая многодиапазонная...

Многих радиолюбителей интересуют несложные многодиапазонные антенны, которые можно установить на крыше жилого дома, не усложняя взаимодействие с ЖКХ и другими пользователями крыши (трансляционной сетью и т. п.). Для этого подходят вертикальные излучатели, занимающие на ней немного места. В большинстве случаев из-за конструктивных ограничений их высота не должна превышать 10 м. Несложный вариант такой антенны предложили испанские радиолюбители EA2AE, EA1AYT и EA8ASW. Рассказ о ней опубликован в журнале национальной радиолюбительской организации Испании URE [1]. По данным ее авторов, она работает на любительских диапазонах 10—80 метров, включая и WARC диапазоны.

Рис. 1

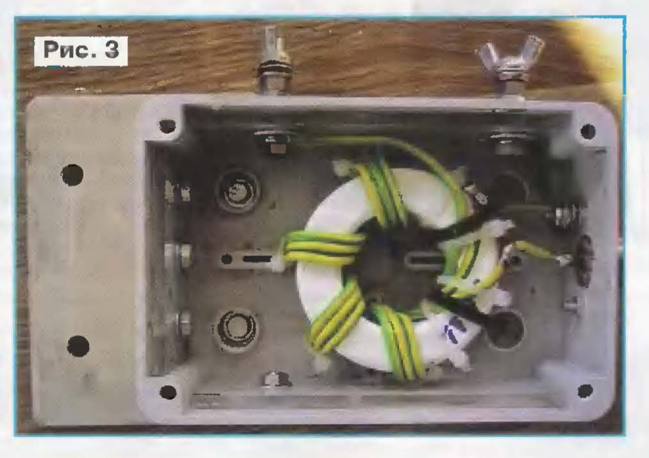
Каких-либо пояснений о принципе работы этой антенны в статье нет, но из фотографий и описания конструкции можно предположить, что это вариант запитываемой с конца проволочной антенны — типа "антенны Фукса".

Внешний вид ее приведен на **рис. 1**. Она состоит из проволочного излучателя, равномерно намотанного на свободностоящее стеклопластиковое удилище (длина намотки — 7,65 м). Длина провода — 9,8 м, а его сечение — 1,5 мм². Подобный метод увеличения электрической длины излучателя известен — это так называемые спиральные антенны с нормальным (в смысле — перпендикулярным к оси спирали) излучением. Подробнее о нем можно почитать, например, в [2]. Поскольку антенна имеет низкий КСВ на диапазоне 40 метров, можно предположить, что коэффициент укорочения излучателя в этой конструкции около двух.

Запитывают антенну через широкополосный трансформатор с коэффициентом трансформации 1:9 (**рис. 2**). Он выполнен на ферритовом кольцевом магнитопроводе с размерами 50×32×28 мм.



Рис. 2


Рис. 3

Начальная магнитная проницаемость материала — 950. Обмотки наматывают "в три провода" — по 5 витков каждая изолированным проводом сечением 1,5 мм². Трансформатор размещают в металлическом корпусе (**рис. 3**), который защищает его от воздействия атмосферной влаги.

Для такого варианта запитки излучателя требуется противовес ("земля"). Авторы выполнили его в виде катушки индуктивности и подключенной к ней конструктивной емкости. Они размещены на основании антенны, которое выполнено из диэлектрической водопроводной трубы длиной 1 м, диаметром 50 мм и толщиной стенок 3 мм. Стеклопластиковое удилище имеет в самой толстой его части диаметр 40 мм и конструктивно вставляется в трубу. Катушка содержит 68 витков провода сечением 2,5 мм² (длина провода — 10,63 м). Намотка рядовая, сплошная.

Катушку наматывают, отступив от верхнего края диэлектрической трубы



Рис. 4

основания антенны примерно на 20 см, где размещают коробку с широкополосным трансформатором (**рис. 4**). На этом рисунке: bobina de tierra 10,63 m — катушка индуктивности, base capacitiva — конструктивный конденсатор, UNUN 9:1 — широкополосный трансформатор. Во второй (правой по рис. 4) коробке размещен еще один трансформатор с другими коэффициентами трансформации, который использовался авторами только на этапе отладки антенны.

Конструктивный конденсатор противовеса представляет собой металлическую полосу диаметром примерно 32 см и шириной 8 мм, которая металлическими спицами крепится к металлическому кольцу диаметром 50 мм, зафиксированному на диэлектрической трубе основания.

Описание настройки антенны в статье отсутствует. Авторы приводят следующие значения КСВ по диапазонам: 28 МГц — 1,5; 24 МГц — 1,2; 21 МГц — 2; 14 МГц — 1,5; 10 МГц — 1,2; 7 МГц — 1; 3,5 МГц — 3. Относительно большое значение КСВ на диапазоне 80 метров для такой относительно короткой антенны вполне ожидаемо.

ЛИТЕРАТУРА

1. Antena caña pescar Ebro-Rioja con UNUN magnetico. — Radioaficionados, 2010, Abril, p. 18,19.

2. **Харченко К.** Проводники с укорочением в антеннах. — Радио, 2005, № 1, с. 20, 21.

Материал подготовил
Б. СТЕПАНОВ

г. Москва



MASTERKIT.RU

ВМ2073 — двухканальный УМЗЧ 2×210 Вт класса D с расширением до шести каналов

С. ГАЛКИН, г. Барнаул

Звуковой усилитель класса D — это:
• передовое направление в звукотехнике и современная схемотехника;
• небольшая цена и размеры;
• отменное качество воспроизведения и КПД, близкий к 100 %;
• простота эксплуатации и высокая надежность.

В этой статье описан современный, недорогой и высококачественный УМЗЧ от компании МАСТЕР КИТ, который представляет собой стереоусилитель 2×210 Вт с возможностью наращивания каналов до шести, что предоставляет читателю отличную возможность самому изготовить усилитель для домашнего кинотеатра на уровне самой современной схемотехники за умеренную плату.

Долгое время в тени оставались так называемые усилители класса D, основанные на широтно-импульсной модуляции. Работа транзисторов их оконечных ступеней в ключевом режиме позволяет значительно увеличить КПД, что снижает тепловыделение, а в конечном счете габариты и стоимость усилителя.

Такие усилители способны принимать входной сигнал в цифровой форме. Это дает возможность широко использовать предварительную цифровую обработку сигнала, исключает возможность появления искажений и шума, позволяет отказаться от использования механических регулировочных элементов.

Год назад поступил в продажу одноканальный УМЗЧ ВМ2072, состоящий из модуля обработки сигнала и модуля оконечного усилителя мощности класса D ВМ2071. Подключением к тому же модулю обработки дополнительных модулей ВМ2071 усилитель можно превратить в двух-, трех- или четырехканальный.

Новый усилитель ВМ2073 при меньшей стоимости отличается увеличенным числом каналов. В минимальной комплектации их два, но подключением дополнительных модулей ВМ2071 можно довести их число до шести. Усилитель ВМ2073 снабжен цифровым входом S/PDIF.

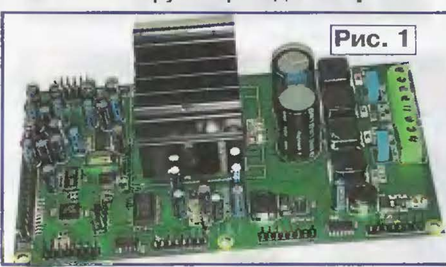
Технические характеристики

Сопротивление нагрузки, Ом . . . . . 4...8
Максимальная выходная мощность каналов 1 и 2 (при $R_н$=6 Ом, $K_{ни}$=10 %), Вт 210
Интервал регулировки громкости, дБ . . . . –100..+24
Напряжение питания, В . . . . . 14,5...50
при сопротивлении нагрузки 4 Ом . . . . 14,5...38,5
Номинальное входное напряжение, В 1

Параметры входа S/PDIF:
Частота дискретизации, кГц . . . 28...105
Входное сопротивление, Ом 75
Входное напряжение, В . . . . . . 0,15...5
Номинальная амплитуда выходных сигналов PWM_P, PWM_N, В 3,3
Напряжение высокого уровня сигналов управления OTW, SD, RESET, В, не менее 3,3
Частота дискретизации аналоговых входных сигналов, кГц 96
Частота импульсов ШИМ, кГц 384
Динамический диапазон, дБ, не менее 104
Общие гармонические искажения + шум (при $U_{пит}$=50 В, $R_н$=6 Ом, F=1 кГц, $P_{вых}$=160 Вт), %, не более 0,2

Параметры вентилятора:
Напряжение питания, В, не более 12
Потребляемый ток, А, не более 0,2
Ток потребления усилителя в ждущем режиме, мА, не более 50
Размеры печатной платы, мм . . . 84×152

Общий вид усилителя представлен на **рис. 1**. Зависимость выходной мощности от напряжения питания и сопротивления нагрузки приведена на **рис. 2**.


Рис. 1

Аналоговые звуковые сигналы амплитудой не более 1,5 В поступают на АЦП (частота дискретизации 96 кГц). В режиме "Аналоговый вход" сигналы всех шести каналов после АЦП обрабатываются независимо. С выходов микросхемы TAS5086 сигналы первых двух каналов поступают на входы усилителя TAS5162, а остальных четырех каналов — на разъемы для подключения дополнительных усилительных модулей ВМ2071.

В режиме S/PDIF модуль ВМ2073 принимает и усиливает лишь стереосигнал. При этом на выходах каналов 3 и 5 дублируются сигналы канала 1, а на выходах каналов 4 и 6 — канала 2.

На плате имеются два светодиода. Один из них сигнализирует о включении усилителя, второй — о включении входа S/PDIF.

По умолчанию, при первой подаче напряжения питания усилитель начинает работать в режиме "Аналоговый вход", при этом усиление устанавливается номинальным — 0 дБ.

К специальному разъему модуля можно подключить несколько дополнительных органов управления и индикации:

— кнопку включения и выключения усилителя;

— кнопку временного приглушения звука;

— кнопки увеличения и уменьшения громкости. При необходимости эти кнопки можно заменить обычным переменным резистором номиналом 1...100 кОм, подключив его крайние выводы к контактам 18 и 19, а движок — к контакту 17 разъема управления. При этом цифровой принцип регулировки громкости остается неизменным;

— кнопку выбора источника сигнала "цифровой" (S/PDIF) — "аналоговый";

— восемь светодиодов, отображающих установленную громкость, а также два светодиода, дублирующих установленные на плате;

— разъем "тюльпан" входа S/PDIF.

Встроенная в модуль ВМ2073 система контроля и защиты выходного усилителя TAS5162, а также подключаемых к этому модулю дополнительных усилителей ВМ2071 основана на анализе получаемых от них сигналов OTW и SD. Низкий логический уровень сигнала OTW свидетельствует о температуре усилителей выше +125 °С.

Система защиты плавно снижает громкость, предотвращая дальнейший перегрев. После того как температура понизится, громкость плавно возвратится к уровню, установленному пользователем.

При эксплуатации в тяжелых условиях в усилитель можно установить вентилятор, обдувающий теплоотвод микросхемы TAS5162, и подключить его к имеющемуся на плате разъему "FAN".

Если хотя бы один из усилительных модулей подал сигнал SD, микросхема TAS5086 прекращает формировать импульсы на своих выходах и переходит в режим "Выключено". Работа возобновится, как только уровни всех сигналов SD станут высокими.

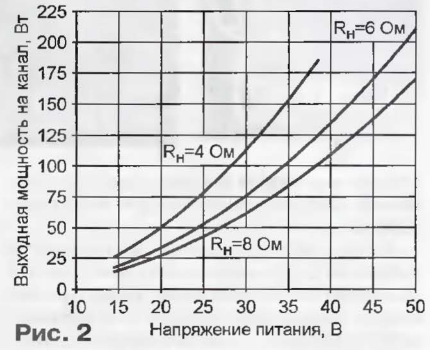


Рис. 2

Модуль ВМ2073 вместе с четырьмя модулями ВМ2071 может быть установлен в корпус размерами не менее 180×220×140 мм с вентиляционными отверстиями. Если корпус металлический, между ним и платами необходимо предусмотреть зазоры, предохраняющие печатные проводники от нежелательных замыканий.

Для УМЗЧ ВМ2073 рекомендуется источник питания МАСТЕР КИТ PW4873B (48 В, 7,3 А).

*Заказать готовый блок ВМ2073, а также другую продукцию МАСТЕР КИТ вы можете на сайте **www.masterkit.ru** либо позвонив бесплатно с мобильного или стационарного телефона на горячую линию МАСТЕР КИТ **8-800-200-0934** (с 9.00 до 18.00, кроме выходных).*

Интеллектуальное управляющее охранное устройство GSM "Гардиан" BM8039

А. КВАШИН, г. Москва

Работайте и отдыхайте спокойно: Ваше жилище находится под интеллектуальной охраной! Если кто-то нарушит "границу", Вы моментально получите звонок или SMS на свой мобильный телефон, а "Гардиан" включит мощные сирены и заблокирует входную дверь. Дополнительный мобильный телефон подключать не требуется: просто вставьте в устройство SIM-карту! Устройство имеет 8 каналов охраны в обычном режиме и 16 в режиме ATZ. К нему можно подключить до шести исполнительных устройств и управлять ими как по телефонному каналу GSM, так и в режиме термостатирования, в зависимости от показаний датчиков температуры! Отличительные особенности устройства: новизна, привлекательная цена, удобный интерфейс, универсальность применения, простота обслуживания и высокая надежность.

Поскольку для удобства применения "Гардиан" имеет много опций и настроек, к нему прилагается компьютерная программа-конфигуратор. BM8039 подключается к разъему USB компьютера.

Технические характеристики

Напряжение питания, В 12
Потребляемый ток, мА 50
Радиоканал ....GSM 900/1800
Число каналов охраны 8
Число выходных линий:
с уровнями ТТЛ 4
с встроенными исполнительными реле 2
Коммутируемый ток, А, не более 2
Коммутируемое напряжение, В, не более 120
Максимальное число SMS 256
Число SMS на событие, не более 256
Число линий 1-wire 2
Число датчиков температуры на каждой, не более 16
Интервал температуры, измеряемой датчиками DS1820 (в комплект не входят), °С ....–55...+125

К устройству можно подключать охранные датчики, выходные контакты которых в отсутствие тревоги замкнуты (их соединяют последовательно, образуя охранный шлейф) либо разомкнуты (их соединяют параллельно). Можно использовать и датчики, подающие сигнал тревоги напряжением до 24 В. Каналы 1-wire предназначены для параллельного подключения датчиков температуры, работающих по этому протоколу. Максимальная длина линии — 50 м.

Общий вид устройства показан на **рисунке**. Оно собрано на печатной плате размерами 106×72 мм.

Для связи с телефонной сетью стандарта GSM применен радиомодем SIM300DZ. А управляет всеми операциями микроконтроллер ATmega32L-8AU. Имеется возможность обновления его программы. Ее новые версии можно найти на сайте **www.masterkit.ru**. Импульсный источник питания построен на микросхеме LM2576.

На плате устройства имеются кнопка управления, параллельно которой можно подключить внешнюю кнопку, и два светодиодных индикатора.

Светодиод "Антенна" вспыхивает каждые 5 с, когда GSM-модем работает нормально и зарегистрирован в сети. Вспышки, следующие каждую секунду, могут означать отсутствие SIM-карты или отсутствие связи с сотовой сетью, например, по причине низкого уровня сигнала.

Светодиод "Замок" и дублирующий его внешний светодиод сигнализируют о режиме работы охранной системы и зафиксированных тревожных событиях.



Датчики охраны подключают к восьми главным входам устройства. Каждый вход программно связывают с одним или несколькими каналами охраны. А каждый канал может быть индивидуально настроен на фиксацию следующих событий:

- смена высокого логического уровня низким ("0 SET");
- смена низкого логического уровня высоким ("1 SET");
- любое из событий 1, 2.
- отклонение сопротивления между линией и общим проводом от номинального значения 1 кОм ("R change").

Предусмотрена реакция как на тревожное событие, так и на восстановление исходного состояния входа. При необходимости один и тот же вход можно назначить нескольким каналам с разной настройкой, чтобы фиксировать разные события на этом входе. Например, смену высокого уровня низким и изменение сопротивления линии.

Состояние каждого из шести выходов устройства может определяться командами, получаемыми по каналу GSM, или изменяться в зависимости от показаний подключенных к устройству датчиков температуры (режим термостата). Для каждого такого датчика во избежание "дребезга" задают верхнее и нижнее значения температуры срабатывания.

После подачи питания устройство в зависимости от заданной конфигурации переходит либо в режим охраны, либо в режим ожидания. Переключают эти два режима нажатиями на кнопку управления.

Прежде чем режим охраны начнет действовать, будет выдержана пауза, необходимая для того, чтобы подавший команду успел покинуть охраняемую зону. При желании можно задать и время, на которое будет задержана подача сигналов тревоги и рассылка SMS после тревожного события. Это дает возможность вернувшемуся "хозяину" системы перевести ее в режим ожидания.

Устройство постоянно и независимо от любых других операций опрашивает датчики температуры и управляет термостатом. Не прекращается и контроль состояния датчиков охраны.

При подключении устройства к разъему USB компьютера оно автоматически войдет в режим обмена информацией с ним. Это будет обозначено включением обоих светодиодов. В этом режиме контроль линий охраны и датчиков температуры отключен, а все выходы находятся в пассивном состоянии.

Может быть запрограммировано до 12 "своих" телефонных номеров, с которых устройство будет принимать команды управления и запросы. Команды, переданные с других номеров, будут проигнорированы.

На каждое тревожное событие можно заготовить специальное SMS с текстом длиной до 160 символов. Как только событие произошло, сообщение отсылается выбранному абоненту.

Если требуется передача нового SMS, а GSM-модем еще занят передачей предыдущего, новое сообщение не теряется, а попадает в очередь. Возвращаются в нее и сообщения, которые по каким-либо причинам передать не удалось (например, была временно потеряна связь с базовой станцией). Всего в очереди могут находиться до 20 SMS. Это существенно повышает надежность охраны объекта при возможных многочисленных срабатываниях.

*Заказать блок BM8039, а также другие наборы, блоки и модули можно на сайте **www.masterkit.ru** либо позвонив бесплатно с мобильного или стационарного телефона на горячую линию МАСТЕР КИТ **8-800-200-0934** (с 9.00 до 18.00, кроме выходных).*

Компания "Мастер Кит" объявляет конкурс!

Нам очень интересно узнать, как Вы применили на практике любой купленный Вами набор "Мастер Кит". Напишите статью, заметку, сфотографируйте устройство и пришлите материал. Лучшие статьи могут быть опубликованы в журнале "Радио". Победители конкурса получат призы — наборы "Мастер Кит": за 1-е место — пять любых наборов, за 2-е — три, за 3-е — два набора. Оценивать статьи и выбирать призеров будет жюри, состоящее из сотрудников компании "Мастер Кит". Присылайте свои статьи на e-mail: news@masterkit.ru. Выбрать набор можно на сайте www.masterkit.ru.

Срок конкурса — до 31 декабря 2010 г.

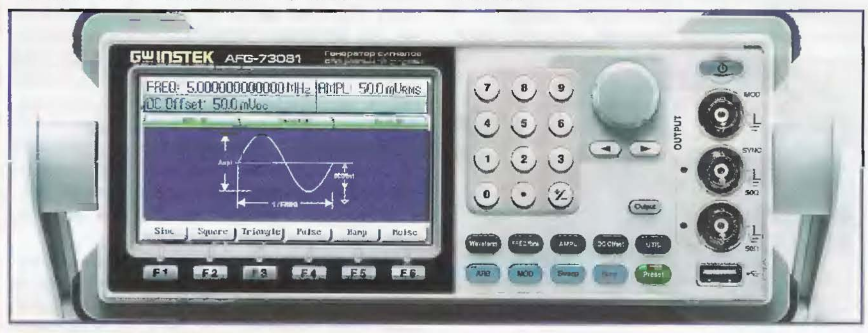
102

GW INSTEK

Генераторы произвольной формы от компании GW Instek

В статье рассматриваются новые современные высокопроизводительные ARB-генераторы от компании GW Instek (Тайвань) серии AFG (модели 73051/ 73081), их технические характеристики, особенности и функциональные возможности.

Компания **GW Instek** (Тайвань) расширила свою линейку генераторов серий GFG, SFG модельным рядом **AFG-73000** в составе двух функциональных генераторов **AFG-73051** и **AFG-73081** (на **фото**). Верхний предел диапазона частот синусоидального сигнала составляет 50 и 80 МГц соответственно. Регулировка амплитуды сигнала на выходе производится в интервале 10 мВ...10 В (на нагрузке 50 Ом). Формирование сигнала пилообразной и треугольной форм осуществляется с максимальной частотой 1 МГц. Новинки являются функциональными генераторами с возможностью формирования сигналов произвольной формы (СПФ/ARB).



Генераторы выполнены в компактном корпусе, имеющем съемную ручку для переноски и регулировки наклона лицевой панели, упоры с демпфирующими вставками для удобства размещения. В устройстве имеются защита выходных усилителей от перегрузки на функциональном выходе, а также вентиляция для поддержания оптимального температурного режима.

Максимальная частота дискретизации генераторов — 200 МГц, длина памяти — до 10^6 точек, вертикальное разрешение ЦАП — 16 бит. Такое высокое разрешение позволяет обеспечить минимальную дискретность по амплитуде при формировании выходного сигнала. Пользователь может создать, например, уникальный сигнал, состоящий из 10^6 отсчетов, причем каждая точка квантования данных принимает любое значение из 65535 уровней (+/–32767) по вертикали при сохранении максимальной скорости цифроаналогового преобразования.

Генераторы оснащены внутренней памятью (10 ячеек) для сохранения сигналов произвольной формы длиной до 1 Мбит (0...1048575 точек).

Для увеличения функциональных возможностей на задней панели имеются четыре сигнальных разъема BNC, сгруппированных в единый блок: вход для подачи сигнала внешней модуляции "MOD INPUT" (0...20 кГц; +/–5 В), вход для сигнала внешней синхронизации "TRIG INPUT", выход синхроимпульса на внешние исполнительные устройства (уровень ТТЛ), а также гнездо "MARK output" выхода маркерных стробимпульсов, выдаваемых в режиме качания частоты и формирования сигнала произвольной формы (ARB).

Особенности генераторов **AFG-73051** и **AFG-73081**:

- применение технологии DDS (прямой цифровой синтез), что обеспечивает генерацию сигнала с ультранизким уровнем искажения и высокой стабильностью;
- разрешение 1 мкГц по всей полосе частот;
- стабильность по частоте составляет 0,0001 %;
- поддержка функции DWR (Direct Waveform Reconstruction);
- возможность редактирования СПФ без подключения к ПК.

Генераторы могут выдавать широкий перечень стандартных форм сигнала: синус, меандр, треугольник, пила, импульс, смещение (DC), шум и др., а также имеют режим ГКЧ (свипирование по линейному или логарифмическому закону), режим пакетов радиоимпульсов (*Burst*). К выходным сигналам могут применяться различные виды модуляции: AM, ЧМ, ШИМ (PWM), ЧМн (FSK).

Функция DWR (*Direct Waveform Reconstruction*) представляет собой интересное решение разработчиков, позволившее напрямую обращаться к данным (отсчетам осциллограмм), полученным с помощью цифровых осциллографов серии GDS-2000 от GW Instek. Для этого в меню *УТИЛИТЫ* предусмотрена закладка *DSO Link*. Необходимо соединить USB-порт генератора AFG-73000 (host) с соответствующим USB-портом осциллографа (device) стандартным интерфейсным кабелем. Далее, после нескольких быстрых манипуляций (кнопка F6 — активация режима; кнопка F1 — *Поиск/Search*) на экране открывается строка состояний с информацией о текущих осциллографических каналах. Теперь осталось лишь выбрать осциллограмму интересующего канала нажатием на кнопку прямого доступа — F2 (CH1), F3 (CH2), F4 (CH3) или F5 (CH4). Оцифрованные данные (выборки) канала будут визуализированы на экране генератора; таким образом, выходной сигнал будет идентичен исходной осциллограмме.

Для связи с ПК в генераторе предусмотрены следующие штатные интерфейсы: GPIB (2), RS-232, USB. С помощью штатного программного обеспечения **AWES** (Arbitrary Waveform Editing Software) можно создавать, редактировать сигналы произвольной формы и подавать их на выход генератора. Конструирование необходимого сигнала осуществляется в меню с помощью манипулятора (мыши) из предложенного набора шаблонов, для экономии ресурсов внутренней памяти доступно использование сегментирования.

Важная особенность генераторов AFG-73051 и AFG-73081 — возможность редактирования сигналов СПФ начального уровня сложности без подключения к ПК. В режиме редактирования формы графический дисплей позволяет отображать функции и манипуляции в экранном меню: *форма сигнала, точка, линия, добавить, копировать, удалить, сохранить, загрузить.* Сохранение в приборе наиболее часто используемых настроек обеспечивается наличием десяти ячеек энергонезависимой памяти (запись/вызов профилей).

Генераторы AFG-73051 и AFG-73081 снабжены цветным графическим ЖК экраном с диагональю 11 см (разрешение 480×272 точек). Информативный высококонтрастный дисплей позволяет изображать выходной сигнал генератора: текущий режим, форма, фронт, амплитуда, срез, параметры модуляции, что делает работу с генератором удобной и наглядной.

Все эти высокие технические характеристики, функциональность, а также возможности подсоединения к ПК для дистанционного управления и обработки данных заключены в сравнительно небольшом (107×266×293 мм) и легком корпусе (масса около 4 кг). В комплект поставки входит соединительный кабель GTL-110 длиной 120 см (разъемы BNC—BNC).

Удобное меню, эргономика и конфигурация органов управления, большой цветной дисплей, широкие функциональные возможности генераторов **AFG-73051** и **AFG-73081** позволяют использовать их в самых разнообразных измерительных приложениях, начиная от задач обучения, области науки и лабораторных исследований до сферы промышленного производства, НИОКР и ремонта РЭА.

Подробные технические характеристики приборов можно найти на сайте <WWW.prist.ru>. Консультации по вопросам измерительной техники — по тел. (495) 777-55-91 и по e-mail <info@prist.com>.



Получатель ЗАО «Журнал «Радио»,
р/с 40702810438090103159,
Сбербанк России ОАО г. Москва,
к /с 30101810400000000225, БИК 044525225,
ИНН 7708023424 (почтовый индекс банка 101000).



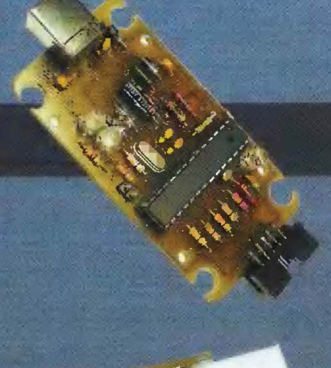
Уважаемые читатели!

Наложенным платежом редакция журналы и наборы не высылает!

Редакция журнала "Радио" совместно с ООО "Чип набор" распространяет наборы для радиолюбителей:

1. "USB программатор микроконтроллеров AVR и AT89S, совместимый с AVR910". Схема и описание программатора опубликованы в журнале "Радио" № 7 за 2008 г., автор А. Рыжков, г. Новокузнецк. При изготовлении набора были учтены пожелания читателей, и принципиальная схема USB программатора была соответствующим образом доработана. Поэтому удаление «лишних», на первый взгляд, деталей может привести либо к неправильному функционированию программатора, либо к выходу из строя порта USB компьютера.

Каждый базовый набор включает в себя запрограммированный микроконтроллер, печатную плату с нанесенным на ней (для удобства монтажа) расположением элементов (вид со стороны деталей), набор деталей, инструкцию с описанием монтажа и настройки, шлейфа для сопряжения программатора с платой переходника (приобретается отдельно) для программирования микроконтроллеров.



2. "Блок зажигания - регулятор угла ОЗ на микроконтроллере PIC16F676", описание которого опубликовано в статьях В. Шкильменского («Радио», 2008, № 11, с. 36—38; 2009, № 4, с. 38, 39). Устройство доработано, изменена его схема, усовершенствована программа микроконтроллера. Блок зажигания, собранный из этого набора, может работать в четырех режимах:

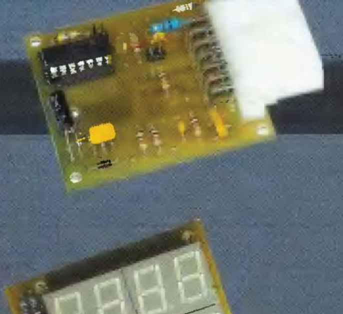
- без электронного датчика разрежения;

- с самодельным датчиком разрежения (в комплект не входит, подробно о его конструкции можно прочитать в журнале «Радио» № 11 за 2008 г.);

- с промышленным датчиком абсолютного давления ДАД 45.3829 (в комплект не входит, можно купить в магазинах автозапчастей);

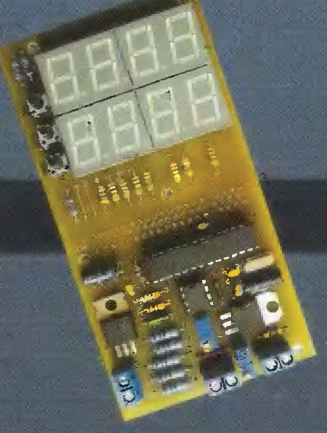
- в качестве формирователя угла ОЗ для работы с бесконтактной системой зажигания.

В комплект входят печатная плата, запрограммированный микроконтроллер, комплект деталей, включая мощный транзистор.



3. "Цифровое устройство защиты с функцией измерения", описание которого опубликовано в статьях "Цифровое устройство защиты с функцией измерения" ("Радио", 2005, № 1, с. 32—34) и "Усовершенствованное цифровое устройство защиты с функцией измерения" ("Радио", 2007, № 7, с. 26—28), автор Н. Заец. Устройство предназначено для использования совместно с блоком питания или зарядным устройством. Прибор защищает нагрузку от перегрузки по току и от превышения напряжения питания. Кроме того, он также обеспечивает удобную цифровую индикацию тока и напряжения, установку пределов срабатывания защиты и их сохранение в энергонезависимой памяти.

В комплект входят печатная плата, запрограммированный микроконтроллер, комплект деталей и инструкция с описанием монтажа и налаживания.



В редакции журнала «Радио» можно приобрести журналы

Год выпуска	Номер журнала	Стоимость одного номера в редакции, руб.	Стоимость *одного номера* с пересылкой, руб.	
			в Россию	в другие страны
2004	2—12	10	39	70
2005	1, 3—11	15	44	75
2006	1—12	15	44	75
2007	1—12	25	54	85
2008	1—12	35	67	95
2009	1—6	45	77	105
2009	7—12	50	82	110
2010	С 1-го	60	92	120

Деньги за интересующие вас журналы или наборы нужно отправить переводом на расчетный счет, указанный выше.
На бланке обязательно напишите, за какие журналы или наборы вы переводите деньги и укажите свой точный почтовый адрес с почтовым индексом. После того как деньги поступят на расчетный счет, мы отправим ваш заказ.



Наш адрес: 107045, г. Москва, Селиверстов пер., 10 (станция метро «Сухаревская»). С 10.00 до 17.00, без перерыва. В пятницу — с 10.00 до 16.00.

GW INSTEK

Сочетая инновации
и традиции

35 лет опыта

**разработки и производства
средств измерений**

Генераторы
Вольтметры
Осциллографы
Измерители RLC
Источники питания
Анализаторы спектра
Нагрузки электронные
Измерители сопротивления
Частотомеры электронно-счётные
Измерители электрической мощности
Установки для проверки параметров ЭБ



ЗАО «ПриСТ»
эксклюзивный дистрибьютор GW Instek в России и СНГ
115419, г. Москва, 2-й Донской проезд, д. 9
тел.: (495) 777-5591; факс: (495) 633-8502
e-mail: prist@prist.ru www.prist.ru

Гарантия 3 года на цифровые осциллографы
Гарантия 2 года на другие СИ
Внесены в Госреестр СИ РФ